This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

41

Harvard Medical School

Bowditch Library

The Gift of

Prof. Henry P. Bowditch

Untersuchungen

zur

NATURLEHRE DES MENSCHEN

UND DER THIERE.

HERAUSGEGEBEN

von

Jac. Moleschott.

Fünfter Band.

FRANKFURT a. M.

VERLAG VON MEIDINGER SOHN & COMP.

1858.

HARVARD UNIVERSITY
SCHOOL OF MEDICINE AND PUBLIC HEALTH
LIBRARY

41

Druck von Aug. Osterrieth,
in Frankfurt a. M.

I.

Bemerkungen über die Bildung einiger Sprachlaute.

Von

Prof. **Joh. Czermak.**

I.

Obschon Kempelen, vor bereits 67 Jahren, den luftdichten Verschluss der Gaumenklappe beim Hervorbringen der reinen Vocale gekannt und Brücke die gegentheilige irrthümliche Ansicht Dzondi's neuerdings widerlegt hat, so ist dennoch in neuester Zeit von Dr. Merkel in Leipzig und Prof. Kudelka in Linz wieder auf's Gerathewohl behauptet worden, dass die Gaumenklappe beim Hervorbringen der reinen Vokale offen stehe.

Es ist an der Zeit, „dass man", wie Brücke sagt*), „den Hunderten, welche sich in unserem Zeitalter mit den Sprachlauten befassen, ja gelegentlich über die Entstehung derselben schreiben, den Weg zeigen solle durch einfache Versuche und leichte Kunstgriffe sich selbst eine Ueberzeugung zu verschaffen, damit im Gebiete der Lautlehre nicht immer von Neuem Controversen auftauchen, welche man längst für beseitigt halten sollte."

*) Brücke: Nachschrift zu Prof. Kudelka's Abhandlung. Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. XXVIII, p. 65, 1858.

Ich habe zwar schon im vorigen Jahre*) durch Fühlhebelversuche und Wasserinjectionen in die Nase das wahre und zum Theil noch nicht gekannte Verhalten des weichen Gaumens beim Hervorbringen der reinen Vocale aufgeklärt, und Prof. Schuh**) hat die von mir gewonnenen Resultate an einem merkwürdigen, von ihm operirten Falle bestätigt und erweitert, allein die ganze Frage dürfte doch erst durch die im Folgenden angegebene überaus einfache Untersuchungsmethode als ein- für allemal erledigt und zum Abschluss gebracht erscheinen, da meine Fühlhebelversuche nicht geeignet sind (freilich auch nicht zu dem Zwecke angestellt wurden), das Vorhandensein eines luftdichten Gaumenverschlusses zu erweisen, die Wasserinjectionen die betreffenden Theile unter etwas unnatürliche Verhältnisse setzen, Prof. Schuh's Fall aber ein Unicum ist, während die älteren Kunstgriffe zur Constatirung des luftdichten Verschlusses theils unbequem, theils unexact sind.

Das neue Experiment, welches als eine volksthümliche Todtenprobe seit undenklichen Zeiten benützt wird, ist so trivial und nahe liegend, dass ich Bedenken getragen hätte, damit vor die Oeffentlichkeit zu treten ***), wenn es nicht trotz seiner Trivialität ein unübertreffliches Mittel wäre zur Entscheidung der Frage, ob in einem gegebenen Falle Luft durch die Nase ausströmt oder nicht.

Es besteht einfach darin, dass man einen Spiegel oder eine breite polirte Messerklinge in horizontaler Richtung unter die Nase hält und darauf achtet, ob sich die blanke Oberfläche, während ein Laut z. B. hervorgebracht wird, beschlägt oder nicht.

Die leiseste Spur eines Lufthauches macht sich nämlich auf dem kalten Glase oder Metalle sofort durch niedergeschlagenen Wasserdampf bemerklich.

Von der Empfindlichkeit dieser Probe, welche übrigens durch Veränderung der Temperatur des Spiegels nach Belieben regulirt

*) Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1857, Bd. XXIV, p. 4.

**) Wiener med. Wochenschrift 1858, Nr. 3.

***) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Monat Februar 1858. Czermak: „Ueber reine und nasalirte Vocale".

werden kann, bekommt man einen Begriff, wenn man sich erinnert, dass sich kalte blanke Gegenstände schon beschlagen, wenn man dieselben schwitzenden Hautstellen nähert, und wenn man erfährt, dass der unter die Nase gehaltene Spiegel schon einen deutlichen, wenn auch kleinen Beschlag zeigt, wenn man sich plötzlich stark aufbläht und damit durch das passiv emporgewölbte Gaumensegel etwas Luft aus der Nase verdrängt.

Bleibt somit der vorgehaltene Spiegel in einem gegebenen Falle vollkommen blank, so kann man mit apodictischer Gewissheit auf den luftdichten Verschluss der Gaumenklappe schliessen.

Es kann sich nun Jedermann, der etwa noch zweifeln konnte, leicht überzeugen, dass während des regelrechten Hervorbringens der reinen Vocale keine Luft aus der Nase hervorströmt und dass also die Gaumenklappe bei der Bildung der Vocale ohne Nasenton wirklich luftdicht geschlossen ist, — denn der Spiegel bleibt blank.

Um den Versuch recht sicher anzustellen, bringe man die möglichst rein intendirten Vocale continuirlich hervor und schiebe den Spiegel erst dann unter die Nase, nachdem der Laut schon zu tönen angefangen, entferne jedoch den Spiegel schon früher, als man aufhört, den Laut hervorzubringen. Bei wirklich vollkommen reinen Vocalen bleibt der Spiegel, wie gesagt, unbehaucht, während dieselben tönen.

So wie man den Vocalen den geringsten Nasenton beigiebt, zeigt ein reichlicher Niederschlag von Wasserdämpfen auf dem Spiegel sofort starkes Ausströmen der Luft durch die Nase und das Geöffnetsein der Gaumenklappe an.

Hiernach könnte man versucht sein zu glauben, dass reine und nasalirte Vokale sich bloss dadurch von einander unterscheiden möchten, dass bei jenen die Luft durch den Mund allein, bei diesen durch Mund und Nase zugleich ausströme.

Diese Vermuthung wäre jedoch unrichtig, denn Brücke*) sagt schon, „dass es sich von selbst verstehe, dass nicht der Abfluss der

*) Grundzüge der Systematik u. Physiologie der Sprachlaute. Wien, Gerold. 1856, p. 28.

Luft aus der Nase als solcher, den Nasenton hervorbringe, sondern die Schwingungen der Luft in der Nasenhöhle."

Die Luft in der Nasenhöhle wird aber nur dann in akustisch merkliche Schwingungen versetzt, wenn die Menge der durch die Nase ausströmenden Luft, d. h. die Stellung der geöffneten Gaumenklappe in einem bestimmten Verhältnisse steht zu jenem Luftstrom, welcher seinen Weg durch den Mund nimmt.

Deshalb nasalirte auch das von Brücke *) mit gewohntem Scharfsinn untersuchte Mädchen, dem das Velum durch Syphilis vollständig zerstört worden war, zwar alle Vocale, „aber keineswegs alle so stark, wie sie ein Gesunder zu nasaliren im Stande ist." „Der Grund hiervon lag eben im Mangel des Gaumensegels, das bei uns, wenn es die Rachennasenöffnung nicht verschliesst, herabhängt und so den Weg, welcher der Luft gegen die Mundhöhle hin offen steht, beschränkt."

Nach dem Gesagten darf es uns nicht Wunder nehmen, dass die Vocale selbst dann noch keinen sehr auffallenden Nasenton erhalten, wenn man die Gaumenklappe mit Absicht ein klein wenig öffnet, so dass sich der Spiegel, der in dieser Beziehung das Ohr an Empfindlichkeit weit übertrifft, schon zu beschlagen anfängt, oder dass Manche, die aus Unachtsamkeit, Bequemlichkeit, übeler Angewöhnung oder regelwidriger Beschaffenheit der Sprachorgane unabsichtlich die Gaumenklappe nicht absolut luftdicht schliessen, was die Spiegelprobe sofort anzeigt, doch nicht nothwendig eine merklich näselnde Sprache zu haben brauchen.

Uebrigens tritt bei manchen sonst normalen Sprachorganen der zuletzt erwähnte ausnahmsweise Umstand besonders leicht hinsichtlich des deutschen *a* ein, was im besten Einklang steht mit der Thatsache **), dass der mit der geringsten Hebung und Spannung des Gaumensegels bewerkstelligte Nasenverschluss für *a* auch viel weniger fest und innig ist als bei den übrigen Vocalen.

*) Nachschrift zu Prof. Kudelka's Abhandlung, p. 91.

**) Czermak l. c. Bd. XXIV, 1857.

Aber selbst dann, wenn diese Unvollkommenheit häufig vorkommen sollte, könnte sie die feststehende allgemeine Regel, dass die reinen Vocale mit luftdicht geschlossener Gaumenklappe gebildet werden, nicht umstossen oder beeinträchtigen, da sobald ausnahmsweise der Verschluss nicht absolut luftdicht ausfällt bei der unendlichen Empfindlichkeit, deren die von mir empfohlene Spiegelprobe fähig ist, auch solche zarte Lufthauche schon deutlich angezeigt werden, welche nur eine zufällige bis zu einer gewissen Grenze unschädliche Mangelhaftigkeit, aber keineswegs von einer akustischen Bedeutung sein können.

Die Bedeutung des Gaumensegels für die Bildung der Vocale liegt also einmal darin, dass es durch seine Stellung den Luftstrom zwischen Mund und Nasenhöhle theilt, wodurch die Entstehung des Nasentons wesentlich ermöglicht oder vermieden wird, und dann darin, dass es durch seine verschiedene Hebung und Spannung, wie ich zuerst an mir selbst nachgewiesen habe *), und an der interessanten Operirten auf Schuh's Klinik von Brücke, Schuh und mir bestätigt wurde — (beim *a* stand der gehobene weiche Gaumen am tiefsten, d. h. noch unter der Linie, in welcher sich der horizontal nach hinten verlängert gedachte Boden der Nasenhöhle mit der Rachenwand schneidet, und war am wenigsten gespannt, bei allen übrigen Vocalen berührte er die Rachenwand über jener Horizontallinie und ward stärker gespannt; es betrug der Winkel des Gaumensegels mit dem Boden der Nasenhöhle für *i* etwa 10°, für *u* stand er um zwei Linien tiefer als für *i*, für *o* und *e* wieder um zwei Linien tiefer als für *u* **) — zur regelrechten Bildung und Unterscheidung der verschiedenen Vocale beiträgt, obschon — wie das von Brücke untersuchte Mädchen ohne Gaumensegel beweist, wenn man von dem bei ihr unvermeidlichen Beiklang des Nasentons absieht — nicht absolut nothwendig, also nur Nebenbedingung ist.

*) l. c.

**) Schuh l. c.

Bei allen übrigen deutschen Sprachlauten mit Ausnahme der Resonanten, wo die Gaumenklappe bei geschlossener Mundhöhle weit geöffnet steht, schliesst das Gaumensegel in verschiedener Höhe *) die Nase mehr oder weniger fest, aber stets (selbst bei den tönenden Reibungsgeräuschen in der Regel) absolut luftdicht von dem Cavum buccopharyngeum ab.

II.

Als ein Gegenstück zu den interessanten Beobachtungen Brücke's an dem Mädchen ohne Gaumensegel mögen zur vollständigen Erschöpfung des Gegenstandes einige Bemerkungen über die Sprache bei vollständiger Verwachsung des Gaumensegels mit der hinteren Rachenwand **), hier auch einen Platz finden, welche ich vor einiger Zeit an einem kleinen Mädchen, das mir Hr. Dr. Semeleder vorstellte, zu machen Gelegenheit hatte.

Katharina D., gegenwärtig 14 Jahre alt, kam vor 2 Jahren, mit Geschwüren an dem Gaumen, den Gaumenbögen und der hinteren Rachenwand behaftet, auf Prof. v. Dummreicher's Klinik und wurde daselbst als an Ozaena scrophulosa leidend mit Jodglycerineinpinselungen und adstringirenden Gurgelwässern behandelt. Der Verdacht auf Lues erwies sich als unbegründet.

Die Geschwüre wurden geheilt, dagegen konnte eine vollständige Verwachsung des Gaumensegels mit der hinteren Rachenwand nicht gehindert werden, so dass die Nasenhöhle von hinten her luftdicht verschlossen wurde. Die Patientin kann seither natürlich nur durch den Mund Athem holen. Auch die angewendete Spiegelprobe (s. o.) gab ein negatives Resultat; der luftdichte Nasenverschluss zur Zeit der Untersuchung unterliegt daher keinem Zweifel.

Nichtsdestoweniger giebt die Patientin an, dass sie zuweilen im Stande sei, etwas Luft durch die Nase hervorzupressen. Wenn diese Aussage nicht auf einer Selbsttäuschung beruht, so erklärt sie sich

*) Sitzungsberichte Bd. XXIV, 1857. (Nachschrift.)

**) Czermak in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie. Märzheft 1858.

aus einer theilweisen Lösung der Verwachsung zwischen Gaumen und Rachenwand in Folge neuauftretender Ulcerationen, deren sich gegenwärtig wieder einige von beträchtlicher Tiefe am hinteren etwas angeschwollenen Theile des Zungenrückens finden.

Das Gaumensegel ist übrigens trotz seiner totalen Verwachsung mit der Rachenwand nicht unbeweglich, sondern kann nach Willkür stärker emporgewölbt oder mehr abgeflacht, gespannt oder erschlafft werden.

Hinsichtlich der Lautbildung bei der beschriebenen Missbildung der Sprachorgane ergab sich Folgendes:

1) Die reinen Vocale *a*, *e*, *o* und *u* konnte das Mädchen ganz deutlich und gut aussprechen; das *i* lautete jedoch wie ein gequetschtes *e*, wenn es continuirlich und für sich allein hervorgebracht werden sollte, während es doch im Flusse der Rede, zwischen anderen Buchstaben deutlich genug ausgesprochen werden konnte. Diese Unvollkommenheit war vielleicht durch die in Folge der Verwachsung limitirte Hebung des Gaumensegels, welches beim *i*, wie gesagt, am höchsten zu stehen kommt, offenbar aber auch durch die geringe Biegsamkeit des Zungenrückens in Folge der daselbst vorhandenen Anschwellung und Geschwürsbildung bedingt.

2) Vocale mit Nasenton konnte das Mädchen natürlich auf keine Weise hervorbringen.

3) Dass das Mädchen die wahren Resonanten der drei Articulationsgebiete, welche Brücke*) mit *m*, *n* und *ŋ* bezeichnet, nicht würde bilden können, war zu erwarten, da die wesentlichste Bedingung dieser Laute, Mitschwingungen der in der Nase enthaltenen Luft in Folge des Offenstehens der Gaumenklappe, bei ihr nicht zu realisiren war.

Dass das Mädchen aber nichtsdestoweniger den wahren Resonanten sehr ähnliche Laute hervorbringt, und von den entsprechenden Medien in allen drei Articulationsgebieten deutlich unterscheidet (sie spricht *mein* und *bein*, *nein* und *dein*, *lange* und *lage*), so dass man

*) Brücke »Grundzüge ... etc.«

ihrer Sprache in dieser Beziehung eine verhältnissmässig nur geringe Unvollkommenheit anmerkt, muss uns allerdings überraschen, da sich bekanntlich die Medien von den entsprechenden Resonanten wesentlich nur durch den Verschluss der Gaumenklappe unterscheiden *).

Da nämlich die Patientin die Gaumenklappe nicht öffnen kann, so würde sie, wenn sie die Bewegungen des Gesunden gemacht hätte, statt der Resonanten immer nur die entsprechende Media erzeugt haben. Hiervon hält sie der so verschiedene akustische Effect ab und sie ersetzt deshalb die ihr unmöglich gewordenen wahren Resonanten, durch die ihnen ähnlichen Purkyne'schen Blählaute **), wobei sie zugleich bemüht ist, den Verschluss des Mundkanals möglichst geräuschlos zu bewerkstelligen oder zu lösen, was freilich immer einige Aufmerksamkeit und Anstrengung erfordert. Deshalb erklärt die Patientin auch, dass es ihr bequemer sei, *bein* als *mein*, *dein* als *nein*, *lage* als *lange* auszusprechen.

Auf die bezeichnete Art kann man in der That statt der Medien Laute hervorbringen, welche den entsprechenden Resonanten täuschend ähnlich sind; hat doch Kempelen selbst, ehe er den wahren Unterschied der Tenues von den Mediae aufgefunden hatte, geglaubt, dass sich z. B. das *b* vom *p* durch ein vorlautendes *m* unterscheide.

Freilich lassen sich die für die Resonanten vicarriienden Blählaute nicht continuirlich hervorbringen, weil die aus der zum Tönen verengten Stimmritze hervorströmende Luft den allseitig gesperrten Raum alsbald so sehr erfüllt, dass ein weiteres Nachströmen derselben unmöglich wird; deshalb spricht auch das Mädchen ihre Resonanten-Surrogate sehr kurz und zerfällt, wenn sie recht deutlich sprechen will, den Resonanten der dritten Reihe (*n*, Brücke), bei welchem der Verschluss der Mundhöhle weit hinten am Gaumen geschieht, in ihr unvollkommenes *n* und in *g*. Sie sagt dann unwillkürlich *Wan-ge*, *Klin-gel* . . . etc.

---

*) Brücke „Nachschrift" . . p. 72.

**) Brücke „Grundzüge . . . etc.", p. 56.

Bemerkenswerth ist noch der Umstand, dass das Mädchen jedesmal die Nasenflügel mit dem Bestreben die Nasenlöcher zu verengern bewegt, wenn sie sich anstrengt, einen der Resonanten möglichst deutlich hervorzubringen.

Diese seltsamen Mitbewegungen deuten darauf hin, dass die Patientin, wenn sie Resonanten intendirt, instinktiv alles thut, was unter so ungünstigen Umständen beitragen kann, das Mitschwingen der Nasenluft zu begünstigen. Es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, dass auch das Gaumensegel für die Resonanten möglichst erschlafft, für die Medien aber straffer gespannt wird, so dass sich von den Schwingungen bei den ersteren mehr auf die Nasenluft übertragen können, als bei den letzteren.

4) Das *R uvulare* kann das Mädchen selbstverständlich nicht sprechen, da bei ihr vom Zäpfchen so gut wie nichts vorhanden ist; sie bildet das *R* mit der Zungenspitze.

5) Da das Mädchen die Resonanten sehr geschickt durch die entsprechenden Blählaute zu ersetzen versteht und da alle übrigen Laute, mit Ausnahme der nasalirten Vocale, welche im Deutschen gar nicht vorkommen, ohnehin mit geschlossener Gaumenklappe gebildet werden, so wird ihre Sprache durch die erlittene Missbildung weit weniger beeinträchtigt, als man erwarten sollte.

Die einzige Unvollkommenheit, welche sich in störender Weise geltend macht, ist ein gewisses Stocken im Flusse der Rede, welches daher rührt, dass die bei gewissen Lautfolgen sich ansammelnde Luft bei ihr nur durch den Mund austreten kann, während dieselbe bei Gesunden durch Oeffnen der Gaumenklappe unmerklich und ohne die Lautbildung zu coupiren entweicht. Hält sich ein Gesunder beim Sprechen die Nase zu, so fühlt er alsbald jenes durch Luftanhäufung gesetzte Hinderniss, welches bei dem Mädchen aus naheliegenden Gründen früher und störender auftreten muss.

II.

Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere.

Von

G. Valentin.

Siebente Abtheilung.

§. 13. Willkürliche Aenderung des Körpergewichtes.

Wir haben in der letzten Abtheilung*) gesehen, dass die bisweilen vorkommende Gewichtszunahme der erstarrten Murmelthiere einen doppelten Grund hatte, den Ueberschuss des eingesogenen Sauerstoffes über die Austrittsmengen von Kohlensäure und Wasserdampf und die hygroskopische Thätigkeit der Körpergewebe, vorzugsweise der Horngebilde, welche die äussere Oberfläche des Geschöpfes bekleiden. Murmelthiere, deren Ruhe häufiger gestört wird, liefern seltener eine positive Aenderung des Körpergewichtes, als solche, die längere Zeit dem tieferen Schlafe verfallen bleiben.

Diese Erscheinungen führten mich zu dem Schlusse, dass es ein einfaches Mittel geben müsse, die Erhöhung des Körpergewichtes künstlich hervorzurufen. Lässt man die Murmelthiere möglichst unbelästigt in einer Vorrichtung, in der sie über ihren eigenen Entleerungen, vorzüglich über ihrem Harne schlafen, so darf mun theoretisch erwarten, dass die Vergrösserung ihres Körpergewichtes häufi-

*) S. diese Zeitschrift Bd. IV, S. 62—64.

ger, als unter den gewöhnlichen Verhältnissen wiederkehren werde. Die Erfahrung hat diese Vermuthung vollkommen bestätigt.

Ich benutzte fünf Murmelthiere zu den hier in Betracht kommenden Vergleichsversuchen. Zwei, die wir mit E und F bezeichnen wollen, schliefen in Blechbüchsen auf den schon früher*) erwähnten Drahtgittern, die nur den Harn, nicht aber den Koth in die gläsernen Untersatzgefässe durchliessen. Ein drittes, G, ruhte auf einem mit breiten Zwischenräumen versehenen Holzgitter, durch das alle Entleerungen hinabfallen konnten. Ein anderes Thier schlief immer im Heu, in unmittelbarer Nachbarschaft von G. Das fünfte, J, wurde zu einzelnen Zeiten, wie H und zu anderen, wie E, F und G behandelt.

Hatten die Letzteren Koth und Harn entleert, so liess ich diesen oder auch zugleich die Excremente in dem gläsernen Untersatzgefässe Wochen lang stehen. Die stärkste Ammoniakentwickelung und der übelste durch die Selbstzersetzung der Entleerungen bedingte Geruch störten die Ruhe der Thiere nicht im mindesten.

Die Wägungen wurden fast täglich und zwar meistentheils um die gleiche Zeit vorgenommen. Es ergab sich:

*) S. diese Zeitschrift Bd. I, S. 221.

I. Männliches Murmelthier E.

Nummer	Monat	Tag	Körpergewicht in Gramm.	Unterschied gegen früher in Grm.	Bemerkungen.
1	December	12	2378,4	—	Leise schlafend, Untersatzgefäss trocken.
2		15	2288,6	—89,8	Halb wach.
3		18	2279,4	—9,2	Leise schlafend.
4		23	2272,4	—7,0	Etwas fester schlafend.
5		29	2165,4	—7,0	Halb wach. Etwas Harn gelassen.
6		31	2165,8	+0,4	Fest schlafend.
7	Januar	2	2155,4	—10,4	
8		4	2095,5	—59,9	Viel Koth und Harn entleert.
9		5	2088,8	—6,7	Nicht fest schlafend.
10		7	2090,2	+1,4	
11		9	2091,2	+1,0	Leiser Schlaf.
12		11	2037,7	—53,5	Hat viel Urin gelassen.
13		18	2038,9	+1,2	
14		14	2039,4	+0,5	
15		17	2038,8	—0,6	
16		18	2038,8	0,0	Fest schlafend.
17		19	2038,4	—0,4	
18		20	2038,1	—0,3	
19		21	2037,7	—0,4	
20		23	—	—	Vollkommen wach.
21		24			Entliess Koth und Harn.
22		25	2014,4	—23,3	Ziemlich fest schlafend.
23		26	—	—	Wach.
24		27	2005,3	—9,1	Ziemlich fest schlafend.
25		28	2005,5	+0,2	Fest schlafend.
26		29	2005,5	0,0	Desgl.
27		30	2005,6	+0,1	Fest schlafend.
28	Februar	1	2005,1	—0,5	Desgl. Trockene Unterlage.
29		2	2005,2	+0,1	
30		3	2004,6	—0,6	Fest schlafend. Feucht.
31		5	2004,6	0,0	
32		6	—	—	Wach.

Nummer	Monat	Tag	Körpergewicht in Gramm.	Unterschied gegen früher in Grm.	Bemerkungen.
33	Februar	8	1918,8	—85,8	Hat Urin und Koth entleert. Fest schlafend.
34		9	1918,3	—0,5	Desgl.
35		11	1919,5	+1,2	
36		12	1919,7	+0,2	Fest schlafend.
37		13	1919,4	—0,3	
38		16	1919,6	+0,2	
39		18	1909,3	—10,3	Unruhig schlafend.
40		19	1909,9	+0,6	
41		21	1910,1	+0,2	
42		22	1910,6	+0,5	
43		23	1910,2	—0,4	Fest schlafend.
44		24	1910,0	—0,2	
45		25	1909,6	—0,4	
46		26	1909,2	—0,4	
47		27	—	—	Wach.
48		28	1898,4	—10,8	
49	März	1	1898,3	—0,1	
50		2	1898,8	+0,5	
51		3	1900,6	+1,8	Ziemlich fester bis tiefer
52		4	1899,7	—0,9	Schlaf.
53		5	1900,0	+0,3	
54		6	1900,0	0,0	
55		7	1899,2	—0,8	
56		8	—	—	Wach.
57		9	1888,3	—10,9	Schlaftrunken.
58		10	1889,6	+1,3	
59		11	1890,5	0,9	
60		12	1890,6	+0,1	
61		14	1889,7	—0,9	Fester Schlaf.
62		15	1889,3	—0,4	
63		16	1889,2	—0,1	
64		17	—	—	Wach
65		18	1816,9	—72,3	Schlaftrunken. Hat viel Urin gelassen.
66		19	1816,8	—0,1	Sehr leiser Schlaf.
67		20	1817,3	+0,5	Nicht fester Schlaf.
68		21	1817,1	—0,2	Ziemlich fest schlafend.

Nummer	Monat	Tag	Körpergewicht in Gramm.	Unterschied gegen früher in Grm.	Bemerkungen.
69	März	22	1816,6	—0,5	Ziemlich fest schlafend.
70		23	—	—	Vollkommen wach.
71		24	1802,3	—14,3	Schlaftaumel.
72		25	1802,3	0,0	
73		26	1802,3	0,0	
74		27	1802,3	0,0	Fest schlafend.
75		28	1802,0	—0,3	
76		29	1801,6	—0,4	
77		30	1801,7	+0,1	
78	April	2	1757,3	—44,4	Den 31. März und den 1. April wach. Hat Urin gelassen.

II. Weibliches Murmelthier F.

Nummer	Monat	Tag	Körpergewicht in Gramm.	Unterschied gegen früher in Grm.	Bemerkungen.
79	Januar	3	2306,8	—	Ziemlich fest schlafend.
80		4	—	—	Wach.
81		5	2251,7	—55,1	Hat Urin und Koth gelassen. Leiser Schlaf.
82		7	2244,4	—7,3	Unruhiger bis leiser Schlaf.
83		9	2233,6	—10,8	Athmet bei der Berührung rascher.
84		11	2226,4	—7,2	
85		13	2228,2	+1,8	Fester Schlaf.
86		14	—	—	Wach.
87		17	2214,3	— 13,9	
88		18	2214,7	+0,4	
89		19	2215,5	+0,8	Fester Schlaf.
90		20	2214,8	—0,7	
91		21	2213,7	—1,1	
92		22	—	—	Wach.

Nummer	Monat	Tag	Körpergewicht in Gramm.	Unterschied gegen früher in Grm.	Bemerkungen.
93	Januar	28	2069,2	—144,5	Schlaftaumel. Hat Urin gelassen.
94		29	2067,4	—1,8	Bald festerer, bald leiserer Schlaf.
95		30	2065,0	—2,4	
96	Februar	1	2063,7	—1,3	
97		2	2063,0	—0,7	
98		3	2062,2	—0,8	
99		4	—	—	
100		5	2062,0	—0,2	
101		6	—	—	Wach.
102		8	2047,1	—14,9	Ziemlich festschlafend. Hat etwas Urin gelassen.
103		9	2047,9	+0,8	Fest schlafend.
104		11	2048,5	+0,6	
105		12	2048,8	+0,3	
106		13	2048,9	+0,1	
107		16	2049,4	+0,5	
108		18	2048,9	—0,5	
109		20	—	—	Wach.
110		21	1968,4	—80,5	Hat viel Urin gelassen.
111		22	1964,4	—4,0	Unruhiger Schlaf.
112		23	1961,6	—2,8	
113		24	1957,7	—3,9	
114		25	1955,4	—2,3	
115		26	1953,5	—1,9	
116		28	—	—	Wach.
117	März	1	1919,7	—33,8	Hat etwas Urin gelassen.
118		2	1920,9	+1,2	Fester Schlaf.
119		3	1921,6	+0,7	
120		4	1922,1	+0,5	
121		5	1923,0	+0,9	
122		6	1922,4	—0,6	Desgl. Athmet aber stärker während des Abwägens.
123		7	1921,7	—0,7	Desgl.
124		8		—	Wach.
125		9	1903,3	—18,4	Schlaftrunken.
126		10	1904,0	+0,7	Leise schlafend.

Nummer	Monat	Tag	Körpergewicht in Gramm	Unterschied gegen früher in Grm.	Bemerkungen.
127	März	11	1905,3	+1,3	Fester Schlaf.
128		12	1905,4	+0,1	
129		14	—	—	Wach.
130		15	—	—	Im Einschlafen begriffen.
131		16	1892,2	−13,2	
132		18	1891,8	−0,4	Leise schlafend.
133		19	1892,1	+0,3	
134		20	1892,1	0,0	
135		21	—	—	Wach.
136		22	1819,1	−73,0	Schlaftrunken. Hat viel Urin und Koth entleert.
137		23	1819,8	+0,7	
138		24	1819,6	−0,2	
139		25	1819,6	0,0	Fest schlafend.
140		26	1819,7	+0,1	
141		27	1819,5	−0,2	
142		28	1819,3	−0,2	
143		29	1819,0	−0,3	Fester Schlaf.
144		30	1818,1	−0,9	
145	April	2	1799,2	−18,9	Wachte den 31. März und den 1. April.

III. Männliches Murmelthier G.

Nummer	Monat	Tag	Körpergewicht in Gramm	Unterschied gegen früher in Grm.	Bemerkungen.
146	Januar	2	1669,7	—	
147		4	—	—	Wach.
148		5	1649,5	−20,2	Halbwach.
149		7	1634,8	−14,7	
150		9	1635,6	+0,8	
151		11	1635,6	0,0	Fester Schlaf.
152		13	1636,3	+0,7	

Nummer	Monat	Tag	Körpergewicht in Gramm	Unterschied gegen früher in Grm.	Bemerkungen.
153	Januar	14 und 15	—	—	Wach.
154		16	1616,9	−19,4	
155		17	1618,2	+1,3	
156		18	1617,8	−0,4	Fest schlafend.
157		19	1618,0	+0,2	
158		20	1618,2	+0,2	
159		21	—	—	Wach.
160		22	1583,5	−34,7	Leiser Schlaf. Hat Harn und Koth gelassen.
161		23	1577,4	−6,1	Nicht fester Schlaf.
162		25	1574,8	−2,6	
163		27	1570,4	−4,4	
164		28	1569,5	−0,9	
165	Februar	1	1561,3	−8,2	Bald leiserer, bald fester Schlaf.
166		2	1561,45	+0,15	
167		5	1561,4	−0,05	
168		6	1555,1	−6,3	
169		8	1556,1	+1,0	
170		9	1556,2	+0,1	
171		11	1556,4	+0,2	
172		12	1556,3	−0,1	Fester Schlaf.
173		13	1557,7	+1,4	
174		16	1555,5	−0,2	
175		18	—	—	Wach.
176		20	1487,7	−67,8	Hat viel Koth und Urin gelassen.
177		21	1488,3	+0,6	
178		22	1488,4	+0,1	
179		23	1488,2	−0,2	
180		24	1488,0	−0,2	Fester Schlaf.
181		25	1487,4	−0,6	
182		26	1487,0	−0,4	
183		27	—	—	Wach.
184		28	1476,4	−10,6	
185	März	1	1476,9	+0,5	
186		2	1477,7	+0,8	Fest schlafend.
187		3	1477,9	+0,2	
188		4	1478,3	+0,4	

Nummer	Monat	Tag	Körpergewicht in Gramm	Unterschied gegen früher in Grm.	Bemerkungen.
189	März	5	1478,2	—0,1	Fest schlafend.
190		6	1476,4	—1,8	Leiser Schlaf. In Watte.
191		7	1475,6	—0,8	
192		8	1465,0	—10,6	Schlaftrunken.
193		9	1465,0	0,0	Desgl. In Heu.
194		10	1465,7	+0,7	
195		11	1465,4	—0,3	
196		12	1464,9	—0,5	Fester Schlaf.
197		14	1465,2	+0,3	
198		15	1465,7	+0,5	
199		16	1464,4	—1,3	Leise schlafend.
200		17	1464,4	0,0	Fester schlafend.
201		18	—	—	Wach.
202		19	1423,4	—41,0	Schlaftrunken. Hat Urin und Koth entleert.
203		20	1423,5	+0,1	
204		21	1423,1	—0,4	
205		22	1423,0	—0,1	
206		23	1422,9	—0,1	Leiser Schlaf.
207		24	1422,0	—0,9	
208		25	1421,4	—0,6	
209		26	—	—	Wach.
210		27	1414,4	—7,0	Schlaftrunken.
211		28	1414,9	+0,5	
212		29.	1415,5	+0,6	
213		30	1415,0	—0,5	Fester Schlaf.
214		31	1415,3	+0,3	
214a	April	1	1415,4	+0,1	

IV. Murmelthier H.

Nummer	Monat	Tag	Körpergewicht in Gramm	Unterschied gegen früher in Grm.	Bemerkungen.
215	Februar	23	681,6	—	
216		24	681,3	—0,3	Fester Schlaf.
217		25	681,8	+0,5	
218		26	—	—	Wach.
219		27	675,5	—6,3	
220		28	675,5	0,0	Fester Schlaf.
221	März	1	675,4	—0,1	
222		2	645,9	—29,5	Koth und Harn entleert.
223		3	646,2	+0,3	
224		4	646,4	+0,2	
225		6	646,2	—0,2	
226		7	645,7	—0,5	Fester Schlaf.
227		8	645,3	—0,4	
228		9	645,3	0,0	
229		10	632,3	—13,0	Wach.
230		11	632,2	—0,1	
231		12	632,0	—0,2	
232		14	631,4	—0,6	Fester Schlaf.
233		15	631,0	—0,4	
234		16	631,0	0,0	

V. Murmelthier J.

Nummer	Monat	Tag	Körpergewicht in Gramm	Unterschied gegen früher in Grm.	Bemerkungen.
235	Februar	15	828,7	—	Fester Schlaf.
236		16	—	—	Wach.
237		17	823,5	—5,2	Fester Schlaf.
238		18—22	—	—	Wach.
239		23	762,4	—61,1	Leiser Schlaf.
240		24	762,3	—0,1	

Nummer	Monat	Tag	Körpergewicht in Gramm	Unterschied gegen früher in Grm.	Bemerkungen.
241	Februar	25	—	—	Wach.
242		26	742,3	—20,0	Schlaftaumel. Koth und Harn entleert.
243		27	742,5	+0,2	Fester Schlaf.
244		28	742,2	—0,3	
245	März	1	—	—	Wach.
246		2	738,7	—3,5	Fester Schlaf.
247		3	738,7	0,0	
248		4	738,8	+0,1	
249		5	738,7	—0,1	Fester Schlaf. Ueber dem Urinbehälter von G.
250		6	739,4	+0,7	
251		7	739,0	—0,4	Fester Schlaf.
252		8	738,7	—0,3	
253		9	—	—	Wach. Koth u. Harn entleert.
254		10	711,4	—27,3	Fest schlafend.
255		11	711,7	+0,3	
256		12	711,6	—0,1	
257		14	711,4	—0,2	
258		15	711,7	+0,3	
259		16	711,4	—0,3	
260		17	—	—	Wach. Harnentleerung.
261		18	693,5	—17,9	Schlaftrunken.
262		19	692,5	—1,0	
263		20	692,9	+0,4	Leiser Schlaf.
264		21	692,5	—0,4	
265		22	692,1	—0,4	
266		23	692,3	+0,2	Fester Schlaf.
267		24	—	—	Wach.
268		25	683,3	—9,0	Schlaftaumel.
269		26	683,6	+0,3	
270		27	683,5	—0,1	
271		28	683,3	—0,2	Fester Schlaf.
272		29	683,0	—0,3	
273		30	682,7	—0,3	
274		31	682,5	—0,2	
275	April	7	634,7	—47,8	Hatte den 1. bis 3. April gewacht und Koth und Harn gelassen.

Man sieht sogleich, dass die Menge der Fälle, in denen das Körpergewicht zunahm, in den Thieren E, F und G häufiger als gewöhnlich vorkommt. Wir wollen aber den Vergleich mit den früher*) mitgetheilten Gewichtsbestimmungen tabellarisch zusammenstellen, um ein desto sichereres Urtheil zu gewinnen. Nehmen wir die Gesammtmenge der Gewichtsunterschiede, die um Eins kleiner als die Gesammtsumme der Wägungen ist, zur Grundlage, so haben wir:

Murmelthier	Gesammtmenge der Gewichtsunterschiede	Procentmengen der Gewichtsunterschiede, in denen die Gewichtsänderung		
		positiv war	Null war	Summe beider
I	29	13,8 %	6,9 %	20,7 %
II	25	20,0 »	12,0 »	32,0 »
III	36	11,1 »	2,8 »	13,9 »
IV	23	4,3 »	0,0 »	4,3 »
V	24	4,2 »	4,2 »	8,4 »
VI	99	19,2 »	16,2 »	35,4 »
VII	91	22,0 »	20,9 »	42,9 »
1	30	6,6 »	0,0 »	6,6 »
3	32	3,1 »	0,0 »	3,1 »
E	69	31,9 »	10,2 »	42,1 »
F	55	32,7 »	3,6 »	36,3 »
G	62	38,7 »	4,8 »	43,5 »
H	18	16,7 »	16,7 »	33,4 »
I	32	25,0 »	3,1 »	28,1 »

Die positiven Aenderungen, die hier den vorzüglichsten Ausschlag geben, sind in keinem Murmelthiere so reichlich vorhanden gewesen als in E, F und G, die über ihrem Harn geschlafen hatten. Sie kamen selbst noch beträchtlich häufiger vor, als in den Murmelthieren VI und VII, welche sich in dieser Hinsicht unter den günstigsten Verhältnissen befunden haben**). Da man das Körpergewicht als

*) S. diese Zeitschrift Bd. I, S. 225—238 und Bd. IV, S. 60, 61.

**) S. diese Zeitschrift Bd. I, S. 224 u. S. 254.

unverändert angab, wenn es um weniger als ein Decigramm ab- oder zugenommen, so kann natürlich die Zahl der Fälle, die unter der Rubrik Null verzeichnet worden, Nichts beweisen. Sie lehren aber wenigstens, dass dann die positive oder die negative Schwankung des Körpergewichtes unbedeutend war. Rechnet man selbst ihre Procentmengen mit denen der positiven Unterschiede zusammen, so tritt nur VI und VII mit E, F und G in Wettstreit. Vergleicht man endlich H, das gar nicht, und J, das nur zeitweise über seinem Harne gelegen hatte, so zeigt sich der Unterschied von E, F und G in auffallendster Weise, obgleich alle fünf Thiere neben einander in demselben Zimmer schliefen, während I bis VII und 1 und 3 in anderen Wintern geprüft worden.

Man könnte auf den ersten Blick glauben, dass sich die über ihrem Harne ruhenden Thiere in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume befinden, deshalb keine Wasserdünste entlassen und daher um den Ueberschuss des aufgenommenen Sauerstoffes über die ausgeschiedene Kohlensäure schwerer werden. Diese Anschauungsweise ist nicht begründet.

Die Wasserdampfsättigung würde sich nach verhältnissmässig kurzer Zeit herstellen, wenn der Raum, in dem sich die Thiere aufhalten, abgeschlossen wäre. Da er aber durch eine grössere oder geringere Menge kleinerer Oeffnungen in den hier vorliegenden Versuchen mit der Zimmerluft verbunden war, so liess sich schon von vorn herein erwarten, dass er nicht mit Wasserdämpfen gesättigt war, wenn es nicht die umgebende Zimmerluft ebenfalls gewesen. Die Erfahrung bestätigte diesen Schluss. Ich habe 13 Wasserbestimmungen gemacht, indem ich je 21 Liter Atmosphäre durch Asbest und Schwefelsäure leitete. Die gefundenen Werthe lagen zwischen $^{1}/_{6}$ und $^{9}/_{10}$ von denjenigen Mengen, welche die vollkommene Wasserdampfsättigung forderte. Die kleinste Zahl kam bei $+6^{0},3$ und die grösste bei $+7^{0},0$ vor. Es versteht sich übrigens von selbst, dass hier nicht bloss die Wärme, sondern auch der ursprüngliche Wassergehalt der Luft die Ausscheidung des Thieres wesentlich bestimmen werden.

Schläft das Murmelthier in einer Luft, die nicht für ihren Wärmegrad gesättigt ist, so kann es immer Wasserdämpfe abgeben. Dieses wird aber auch selbst für den Sättigungspunkt der Fall sein, wenn die Lungenluft wärmer, als die umgebende Atmosphäre ist. Da gerade dieser Factor in den winterschlafenden Murmelthieren sehr klein und die gleichzeitige Temperatur an und für sich niedrig bleibt und durch die Verdunstung des Harnes noch mehr herabgesetzt wird, so bildet das Verfahren, das Thier über seinem Harne und Kothe schlafen zu lassen, jedenfalls ein Mittel, die Wasserausgaben zu vermindern und dadurch das Körpergewicht zu schonen. Die dann, wie es scheint, reichlichere Harnabsonderung ist eine Folge dieses Verhältnisses.

Betrachten wir aber die für E, F und G gewonnenen Gewichtstabellen genauer, so finden sich mehrere Thatsachen, die sich aus dem eben angeführten Grunde allein nicht erklären lassen. Man sollte nach ihm erwarten, dass der positive Zuwachs der Körperschwere nur bei sehr festem Winterschlafe eintreten wird. N° 10, 11, 50, 51, 53, 67, 126, 133, 166, 203 und 263 lehren aber, dass das Körpergewicht auch bei losem Schlafe unter unseren künstlichen Verhältnissen steigen kann. Befindet sich das Thier in dem tiefsten Erstarrungsgrade, so sollte sein Körpergewicht immer zunehmen. N° 18 bis 19, 35 bis 38, 40 bis 46, 48 bis 55, 58 bis 63, 89 bis 91, 103 bis 108, 118 bis 123, 137 bis 141, 154 bis 158, 169 bis 174, 178 bis 182, 184 bis 189 und 194 bis 198 zeigen, dass dieses nicht der Fall ist. Wir haben häufig eine stetige Abnahme des positiven Zuwachses, bis er endlich in einen negativen umschlägt, ganz wie wir das Gleiche früher*) bei der Versetzung des Thieres in einen feuchten Raum gesehen haben. Oft dagegen schwanken die Aenderungen in unregelmässigerer Weise. Dass diese Verhältnisse zum Theil mit den hygroskopischen Eigenschaften der Oberflächengebilde des Thieres zusammenhängen, ist schon oben erläutert worden. Und so dürften die Ergebnisse, welche dieser Abschnitt lieferte, die Ansicht bekräf-

*) S. diese Zeitschrift Bd. I, S. 239, 240.

tigen, dass eine doppelte Ursache, der verhältnissmässige Ueberschuss des eingenommenen Sauerstoffes und die hygroskopische Wassereinsaugung, die Vermehrung der Körperschwere gesondert oder gemeinschaftlich herbeiführen können.

Ein einfaches Mittel, negative Schwankungen des Körpergewichtes herbeizuführen, besteht darin, das Murmelthier mit schlechten Wärmeleitern zu umgeben, so seine Wärmeverluste zu erniedrigen und dadurch die thermoskopisch nachweisbare Eigenwärme zu begünstigen. Ich hüllte zu diesem Zwecke das Thier G zuerst in Leinwand, dann in vier Schichten dicker Watte, und hierauf wieder in Leinwand, band es so ein, dass nur der Kopf hervorragte und vergrub dann das Ganze in Heu. N° 190 bis 192 der oben mitgetheilten Gewichtsverzeichnisse zeigen, wie dabei eine Abnahme des Körpergewichtes fortwährend auftrat, das Thier immer leiser schlief, endlich schlaftrunken wurde und zuletzt erwachte. Lag es dann wieder frei im Heu, so hatte man bald darauf einen Fall von Beständigkeit des Körpergewichtes.

Da die Eigenwärme des Thieres, die wir bestimmen, dem Unterschiede der Erzeugung und der Ableitung der Wärme entspricht, so wird sie natürlich in denjenigen Gebilden, die durch schlechte Wärmeleiter geschützt sind, leichter steigen können. Die hintere Körperhälfte war von Leinwand und Watteschichten in dem erwähnten Versuche mehrfach umgeben, der Kopf dagegen frei. Es liess sich daher erwarten, dass der Wärmeunterschied, den sonst die Mundhöhle und der Mastdarm darbieten *), in diesem Falle ausbleiben oder verkleinert erscheinen werde. Ich erhielt in der That :

*) S. diese Zeitschrift Bd. II, S. 233—240.

Beobachtungsnummer der Gewichtstabelle von G	Wärme in Celsiusgraden			
	der Zimmerluft	der Mundhöhle zwischen den Wangen und den Backenzähnen		Im Mastdarme
		rechts	links	
190	11°,4	11°,4	—	11°,4
191	10°,7	10°,9	10°,9	10°,9

§. 14. Aufnahme von Stoffen.

Wir kommen jetzt zu einer Reihe von Thatsachen, die nicht bloss für die Erscheinungen des Winterschlafes, sondern auch für viele allgemeine physiologische Fragen von Bedeutung sind. Die Erstarrung bietet Verhältnisse dar, welche die Verfolgung gewisser Hauptprobleme vorzugsweise begünstigen. Wir werden sogleich sehen, wie sehr sich dieser Ausspruch auf die Bedingungen der Einsaugung anwenden lässt. Die so langen Ruhepausen des Herzens gewähren ein Mittel, manche sonst nicht zugängliche Punkte der Kreislaufserscheinungen und der Ernährungseinflüsse des Blutes zu verfolgen. Die Betrachtung der Muskel- und der Nervenwirkungen wird uns zur näheren Erläuterung einzelner allgemeiner Probleme führen. Nur der tiefe Winterschlaf, wie ihn die Murmelthiere darbieten, nicht aber der leise des Igels, der Haselmaus, des Hamsters oder der Fledermäuse können hier zu den entscheidenden Ergebnissen führen. Die Wissenschaft wird daher, wie ich überzeugt bin, immer zu dem Studium der Erstarrung der Murmelthiere zurückkehren, sobald die Fortschritte derselben neue Fragen gestellt und vollkommenere Hülfsmittel zur Beantwortung derselben geschaffen haben werden.

Man dürfte auf den ersten Blick glauben, dass man die Aufnahme fremdartiger Stoffe am einfachsten verfolgen könnte, wenn man diese den erstarrten Thieren einverleibte und sie dann später in dem Harne aufsuchte. Zweierlei Thatsachen stehen aber der Be-

folgung dieses Weges entgegen. Da die Harnentleerungen nach sehr grossen Zwischenpausen eintreten*), so ginge hierbei jedes sichere Zeitmaass verloren. Denn Versuche, den in der Harnblase angehäuften Urin durch Druck der Bauchdecken zu jeder beliebigen Zeit zu entfernen, misslingen in der Regel und führen meist eher zur Erweckung des Thieres. Da es aber immer erwacht, ehe es Harn oder Koth von selbst entleert, so würde eine hierauf begründete Beobachtung kein zuverlässiges Ergebniss liefern, weil man eine Mischung von Erstarrung und Wachen vor sich hätte.

Das Letztere führt daher zu der Forderung, den ganzen Versuch während des Schlafzustandes zu beendigen. Könnte man die Murmelthiere in eben so reichlicher Menge, wie Kaninchen oder Frösche haben, so würde man eine Verbindung auf irgend eine Weise in das erstarrte Geschöpf einführen, dieses nach einer bestimmten Zeit tödten und das Blut und den Harn prüfen. Da aber die Zahl der zu Gebote stehenden Individuen immer beschränkt ist, so muss man sich auf andere Art zu helfen suchen, wenn man sich nicht mit nur wenigen Beobachtungen begnügen will.

Eine Lösung durch eine Schlundsonde in den Magen einzuführen, hat den Nachtheil, dass die Thiere während der Operation in ihrer Ruhe gestört werden und entweder sogleich oder wenigstens in der Regel am folgenden Tage erwachen. Versuche, Flüssigkeiten in den Schlund zu spritzen, können schon die gleichen Folgen haben und überdiess noch durch Uebertritt in die Athmungswerkzeuge möglicher Weise lebensgefährlich werden. Ich beschränkte mich daher mit wenigen Ausnahmen auf drei Einverleibungsstellen, die keine Uebelstände der Art darboten, die Mundhöhle, den Mastdarm und die Scheide. Einige Vorversuche, die ich an der Letzteren anstellte, lehrten, dass hier die Aufnahme der dargebotenen Körper fast Null war. Die Kleinheit der Gaben, auf die man bei dem engen Raume des Scheidenrohres beschränkt bleibt, bewog mich aber, diese Art von Prüfung für die Hauptversuche fallen zu lassen. Ich gebrauchte

*) S. diese Zeitschrift Bd. III, S. 195—199.

den Mastdarm ebenfalls seltener, weil das Einführen von Canülen oder Glasspritzen nur zu leicht reizt oder weckt. Die vordere oder die hintere Hälfte der Mundhöhle wurde daher allen anderen Körperstellen vorgezogen.

Wollte ich den Uebergang in das Blut einige Zeit später prüfen, so fand ich es am zweckmässigsten, dem erstarrten Thiere einen Nagel so tief abzuschneiden, dass eine nicht unbedeutende und für meinen Zweck hinreichende Blutung entstand. Die fest schlafenden Geschöpfe ertragen diese Operation, ohne sich zu rühren. Sie pflegen aber in den nächsten 24 Stunden zu erwachen. Diese Folgewirkung und die Gefahr, welche alle grösseren Blutverluste während der Erstarrungszeit darbieten, bewogen mich, jene Versuchsweise auf die nothwendigsten Fälle zu beschränken. Blosse Hautschnitte geben in der Regel so wenig Blut, dass eine genaue Untersuchung nur ausnahmsweise möglich wird.

Ein einfacheres, obgleich nur indirectes Verfahren besteht darin, dass man den Prüfungskörper vor und nach der Einführung wägt und aus dem Unterschiede auf den durch die Einsaugung bedingten Verlust zurückschliesst. Wir werden sehen, dass dieser Weg meistentheils zum Ziele führt.

Die in dem vorigen Paragraphen erwähnten Thiere E, F und G dienten zu den hier mitzutheilenden Beobachtungen. Ich habe das Datum eines jeden Versuches aus doppeltem Grunde angegeben. Da die Murmelthiere erst um die zweite Hälfte des Decembers einschliefen, obgleich sie seit der letzten Woche des Novembers keine Nahrung genossen hatten, so zeigt jene Angabe an, um welche Periode des Winterschlafes der Versuch angestellt wurde. Sie macht es aber zugleich möglich, das entsprechende Körpergewicht und die Stärke des Erstarrungszustandes des Thieres in dem §. 13 mitgetheilten Tabellen nachzusehen.

Obgleich die Erfahrungen, die man an wachen Geschöpfen macht, es für überflüssig erscheinen liessen, die Aufnahmen von Körpern, wie Eiweiss, Fett und dgl. von der Mund-Rachenhöhle aus zu prüfen, so habe ich doch auch diese Verbindungen in erstarrten Murmel-

thieren gebraucht, weil eine allzugrosse Vollständigkeit der Versuche in einem neuen Gebiete jedenfalls weniger schadet, als eine lückenhafte Beobachtung, deren Mängel sich nur auf einer vielleicht nicht ganz begründeten Analogie stützen können.

a. Hühnereiweiss.

I. — 4. März. — 0,480 Grm. hart gekochten und eben geschnittenen Hühnereiweisses wurden zwischen der Zunge und dem harten Gaumen des Thieres G 24 Stunden lang gelassen. Die paralleldipipedische Form des Ganzen hatte sich nur insofern geändert, als sich die Gaumenhautfalten in der zierlichsten Weise an der oberen Fläche abgedruckt zeigten.

1,160 Grm. desselben Hühnereiweisses hinterliessen 0,161 Grm. = 13,9 % festen Rückstandes. Die eingeführten 0,480 Grm. sollten daher 0,067 dichter Verbindungen liefern. Als sie aus der Mundhöhle des Murmelthieres genommen wurden, wogen sie feucht 0,402 Grm. und hinterliessen später 0,066 Grm. als festen Rückstand.

Da der Unterschied von einem Milligramm viel zu unbedeutend ist, als dass sich auf eine erhebliche Stoffaufnahme zurückschliessen liesse, so werden wir ein rein negatives Ergebniss aus diesem Versuche entnehmen. Während aber das frische Eiweiss 86,1 % Wasser enthielt, führte dasjenige, welches in der Mundhöhle von G 24 Stunden verweilt hatte, nur 83,6. Es war daher durch die Mundflüssigkeiten weniger erweicht, als durch die Nachbarkörper, vorzugsweise die umgebende Luft ausgetrocknet worden.

II. — 4. März. — 0,511 Grm. desselben harten Hühnereiweisses lagen 24 Stunden lang zwischen der Zunge und dem harten Gaumen von F. Der Mangel an jeder Formveränderung mit Ausnahme der Abdrücke der Falten der Gaumenschleimhaut wiederholte sich auch hier.

Jene 0,511 Grm. führten zu 13,9 % 0,071 Grm. festen Rückstandes. Sie wogen, aus der Mundhöhle genommen, 0,435 Grm. und hinterliessen 0,068 Grm. dichter Verbindungen. Wir haben daher wieder nur eine Abnahme von 0,003 Grm., die leicht in dem Unter-

schiede des gebrauchten Eiweisses von der Hauptprobe liegen kann. Da aber der Wassergehalt des Eiweisstückes, nachdem es in der Mundhöhle gelegen, nur 84,4 % ausmachte, so wiederholte sich hier das Austrockenen in ähnlicher Weise, wie in dem vorigen Versuche.

III. — 4. März. — 0,593 Grm. des gleichen Eiweisses lagen 24 Stunden in der Mundhöhle von E. Wiederum sehr schöne Abdrücke der Falten der Gaumenhaut und sonst keine Formveränderung.

Das herausgenommene Eiweiss wog 0,503 und hinterliess 0,079 Grm. festen Rückstandes. Dieser betrug ursprünglich zu 13,9 % 0,082 Grm. Wir haben daher wieder 0,003 Grm. weniger. Da der spätere Wassergehalt 83,7 % glich, so war das Eiweiss beinahe eben so stark, als in dem ersten Versuche ausgetrocknet.

Der feste Rückstand der Körper, die eine Zeit lang in der Mundhöhle lagen und von denen Nichts aufgesogen worden, sollte grösser als ursprünglich sein, weil die dichten Verbindungen der durchtränkenden oder anhaftenden Mundflüssigkeiten hinzukommen. Die geringen Verluste von 1 bis 3 Milligramm erhalten hierdurch eine höhere Bedeutung. Sie sind aber dessenungeachtet immer noch so unbedeutend, dass wir aus ihnen keine erhebliche Aufsaugung entnehmen können. Das Austrockenen bildet dagegen, wie man sieht, eine beständige Erscheinung.

Versuche, die ich mit der Krystalllinse des Kalbes anstellte, führten zu dem Ergebnisse, dass das Präparat einen etwas grösseren festen Rückstand als früher darbot. Es hatte daher einen gewissen Theil seiner Feuchtigkeit in der Mundhöhle eingebüsst.

b. Fleisch.

IV. — 23. Februar. — 0,917 Grm. stark roth gefärbten Pferdefleisches wurden zwischen die Zunge und den harten Gaumen des Murmelthieres E gebracht und dort 24 Stunden liegen gelassen. Man fand es zuletzt schwach entfärbt. Es bot aber immer noch eine verhältnissmässig bedeutende Röthe dar.

Eine Probe von 0,811 Grm. des Fleisches, die fein zerschnitten worden, gab 0,220 Grm. = 27,1 % festen Rückstandes. Jene 0,917

Grm. sollten hiernach 0,249 Grm. dichter Verbindungen enthalten. Als das Fleisch aus der Mundhöhle kam, wog es 0,862 Grm. oder 0,055 Grm. weniger als früher. Wurde es nun so lange ausgetrocknet, bis es keinen Gewichtsverlust mehr durch den ferneren Aufenthalt im Sandbade erlitt, so zeigte es 0,244 Grm. oder war um 0,005 Grm. niedriger, als sich erwarten liess. Der Wassergehalt glich 72,9 % in dem frischen Fleische, das aber schon einige Zeit an der Luft gelegen hatte und daher vielleicht etwas trockener geworden. Die Probe, welche 24 Stunden in der Mundhöhle verweilt hatte, lieferte 71,7 % oder 1,2 % weniger.

V. — 23. Februar. — 0,989 Grm. desselben Fleisches lagen 24 Stunden zwischen der Zunge und dem harten Gaumen von F und zwar in der hinteren Hälfte der Mundhöhle. Es wurde wieder schwach entfärbt und behielt daher noch einen hohen Grad von Röthe. Sein Gewicht glich bei der Herausnahme 0,902 Grm.

Nimmt man, wie früher, 27,1 % festen Rückstandes an, so sollte dieser 0,268 Grm. für 0,989 Grm. betragen. Die zuletzt erhaltenen 0,902 Grm. lieferten aber 0,279 Grm. oder 0,011 Grm. mehr. Dieser Uebeschuss erklärt sich zum Theile daraus, dass einige Tage vorher ein Versuch mit Zucker angestellt worden und noch viel Zuckerlösung, wie wir sehen werden, in der Mundhöhle enthalten war, als das Fleisch dort verweilte. Es führte zuletzt 69,1 % statt 72,9 % Wasser, so dass also das Austrockenen dessenungeachtet wiederkehrte.

VI. — 23. Februar. — 1,211 Grm. des gleichen Fleisches verweilten 24 Stunden in der hinteren Hälfte der Mundhöhle von G. Die Entfärbung schien hier etwas beträchtlicher zu sein, obgleich immer noch ein hoher Grad von Röthe übrig blieb.

Das herausgenommene Fleischstück wog 1,156 Grm. und hinterliess 0,326 Grm. dichten Rückstandes. Berechnet man die ursprünglichen 1,211 Grm. zu 27,1 %, so liefern sie 0,328 Grm. Wir bekommen daher ein Deficit von 0,002 Grm. Der Wassergehalt betrug 71,8 % statt 72,9 %.

Fassen wir Alles zusammen, so haben wir die schwache Entfärbung, die vermuthlich einen geringen Verlust des festen Rückstandes

bedingt, und das Austrockenen als beständige Erscheinungen. Der Farbenwechsel des Fleisches ist aber hier in 24 Stunden geringer, als in einer viermal so kleinen Zeit des Verweilens in der menschlichen Mundhöhle.

c. Leim.

VII. — 8. Februar. — Ein mit Karmin gefärbtes dünnes parallelipipedisches Leimblättchen von 15 Millimeter Länge und 8 Millimeter Breite, das 0,043 Grm. in lufttrockenem Zustande wog, lag 24 Stunden in der hinteren Hälfte der Mundhöhle von E. Es war hierdurch sichtlich flacher gedrückt und weicher geworden. Seine Länge betrug dann 16 Mm., seine Breite 11 Mm. und sein Gewicht 0,089 Grm.

0,175 Grm. desselben lufttrockenen Leimes hinterliessen 0,147 Grm. = 84,0 % nach dem vollständigen Austrockenen. Jene 0,043 Grm. sollten daher 0,036 Grm. liefern. Liess ich das Leimstück, nachdem es in der Mundhöhle des Murmelthieres einen Tag lang gelegen, über Nacht wieder lufttrocken werden, so wog es 0,044 Grm. Das vollkommene Trockenen gab 0,038 Grm. Der Wassergehalt des frischen Leimes glich 16,0 %, der des Versuchsstückes dagegen, nachdem es gedient hatte, 57,3 %. Wir haben also hier eine Wasseraufnahme von mehr als 40 %. Eine besondere Farbenveränderung liess sich nicht wahrnehmen.

VIII. — 8. Februar. — Ein dünnes parallelipipedisches Stück des gleichen Leimes von 15 Mm. Länge, 10 Mm. Breite und 0,050 Grm. Gewicht lag dreimal 24 Stunden zwischen der linken Wange und den Zähnen von G. Es hatte sich nach jenen 3 Tagen nicht im Geringsten entfärbt, erschien nirgends angefressen oder aufgelöst, mass der Länge nach 16 Mm., hatte 11,5 Mm. in der Breite und wog 0,085 Grm.

Legt man 84,0 % der Bestimmung zum Grunde, so sollten jene 0,050 Grm. lufttrockenen Leimes 0,042 Grm. festen Rückstandes führen. Liess ich wieder das herausgenommene Stück lufttrocken werden, so wog es dann 0,049 Grm. Das vollständige Austrocknen

gab 0,043 Grm., oder einen Ueberschuss von 0,001 Grm. Der Wassergehalt des Leimes glich 49,4 % oder 33,4 % mehr, als in dem ursprünglichen Leime.

Der gefärbte Leim, der in der Mundhöhle der erstarrten Murmelthiere einen bis drei Tage verweilt hat, schwillt durch Flüssigkeitsaufnahme an. Die Mengen seines Wassers und des festen Rückstandes nehmen zu. Eine irgend merkliche Aufsaugung des Karmins lässt sich nicht nachweisen.

d. Kartoffel.

IX. — 12. Februar. — Ich brachte ein parallelepipedisches aus dem Innern einer Kartoffel genommenes Stück, das 0,276 Grm. wog, zwischen den Mitteltheil der Zunge und des harten Gaumens von E. Als ich es nach 24stündigem Aufenthalte herausnahm, war es sichtlich eingeschrumpft und fast lufttrocken geworden. Es wog nur noch 0,235 Grm. und hinterliess 0,062 Grm. festen Rückstandes.

0,906 Grm. des Innern der gleichen Kartoffel führten 0,227 Grm. = 25,1 % dichter Verbindungen. Der Wassergehalt betrug also 74,9 %. Jene 0,276 Grm. enthielten daher ursprünglich 0,069 Grm. feste Stoffe. Wir haben ein Deficit von 0,007 Grm., das sich, wie ich glaube, auf eine einfache Weise erklären lässt. Als ich nämlich die Wasserauszüge von Proben der frischen Kartoffel und von solchen, die in der Mundhöhle der Murmelthiere verweilt hatten, mit der Fehling'schen Lösung prüfte, fand sich, dass alle nicht unbedeutende, aber sehr wechselnde Mengen von Zucker enthielten. Es war daher vermuthlich eine geringe Quantität Zucker durch die Mundflüssigkeiten gelöst worden.

Der Wassergehalt des Kartoffelstückes, das in der Mundhöhle gelegen hatte, glich 73,6 % statt 74,9 %. Wir finden also ein Austrocknen um 1,3 %.

X. — 13. Februar. — 0,235 Grm. derselben Kartoffel blieben drei Tage zwischen der Zunge und dem harten Gaumen von F. Sie wogen zuletzt 0,212 Grm. und hinterliessen 0,056 Grm. festen Rück-

standes. Man erkannte auch hier ohne Weiteres, dass die Oberfläche des parallelepipedischen Stückes ausgetrocknet war.

Die ursprünglichen 0,235 Grm. sollten 0,058 Grm. dichter Verbindungen geben, wenn man 25,1 % zum Grunde legt. Wir haben also wieder 0,002 Grm. weniger. Der Wassergehalt betrug 73,6 % statt 74,9 %. Man fand daher ein Deficit von 1,3 %.

XI. — 13. Februar. — Ein parallelepipedisches Stück der gleichen Kartoffel, das 0,296 Grm. wog, gab nur noch 0,265 Grm. nach dreitägigem Aufenthalte in der Mundhöhle des Murmelthieres G. Das Austrockenen liess sich auch hier erkennen.

Der feste Rückstand glich 0,070 Grm. Er sollte 0,074 Grm. à 25,1 % betragen. Mithin eine Abnahme von 0,004 Grm. Da der Wassergehalt wieder 73,6 % glich, so findet man hier eine Austrockenung um 1,3 %.

Wir sehen hieraus, dass die Kartoffelstücke, die 3 Tage lang in der geschlossenen Mundhöhle der erstarrten Murmelthiere verweilten, an der Oberfläche austrockneten und wahrscheinlicher Weise eine geringe Menge ihres Stärkezuckers oder anderer löslicher Verbindungen an die Mundflüssigkeiten abgaben, sonst aber unverändert blieben.

e. Brot.

XII. — 10. März. — 0,447 Grm. weichen Brotes lagen 24 Stunden zwischen der Zunge und dem harten Gaumen von E. Sie vergrösserten hierdurch ihr Gewicht auf 0,575 Grm. Der feste Rückstand betrug 0,313 Grm.

2,425 Grm. desselben Brotes führten 1,605 Grm. = 66,2 % dichter Verbindungen. Jene 0,447 Grm. forderten daher nur einen festen Rückstand von 0,296 Grm., so dass man hiernach 0,017 Grm. Ueberschuss hat, ein Umstand, der wahrscheinlich von der Ungleichartigkeit der Masse grösstentheils herrührte. Der Wassergehalt des frischen ziemlich trockenen Brotes glich 33,8 % und der der Probe, die zum Versuche gedient hatte, 54,4 %. Es waren daher 20,6 % von den Mundflüssigkeiten aus aufgenommen worden.

Prüfte ich den Wassergehalt einer frischen Brotprobe, deren fester Rückstand 0,540 Grm. betrug, mit einer titrirten Fehling'schen Lösung, so erhielt ich 0,0145 Grm. Zucker. Dieses entspricht 2,7 % des festen Rückstandes. Der gleich bereitete Wasserauszug der Versuchsprobe lieferte 2,63 % Zucker, mithin ungefähr das Gleiche.

XII. — 11. März. — 0,873 Grm. neuen Brotes blieben 24 Stunden zwischen der Zunge und dem Gaumen des Murmelthieres E, das am Anfange schlaftrunken und mit offenen Augen da lag. Die Probe wog zuletzt 0,933 Grm. und gab 0,543 Grm. festen Rückstandes. Dieser Werth entspricht gerade der von 66,2 % geforderten Zahl. Da der Wassergehalt hier 41,8 %, im frischen Brote dagegen 33,8 % ausmachte, so waren 8,0 % Feuchtigkeit eingedrungen, wenn man die geringe Menge des festen Rückstandes der Mundflüssigkeiten, die durch einen entsprechenden Verlust scheinbar ausgeglichen worden, nicht beachtet.

XIII. — 10. März. — 0,428 Grm. Brot verweilten 24 Stunden zwischen der Zunge und dem harten Gaumen des Murmelthieres F. Das Brot wog 0,524 Grm. nach Beendigung des Versuches und lieferte 0,303 Grm. festen Rückstandes. Die ursprünglichen 0,428 Grm. forderten nur 0,283 Grm. für 66,2 %. Man hat daher einen wahrscheinlich von der Ungleichheit des Brotes herrührenden Ueberschuss von 0,020 Grm. Der Wassergehalt, der 58,0 % ausmachte, war um 24,2 % höher, als im frischen Brote. Die Zuckerbestimmung lieferte 2,85 % des festen Rückstandes, mithin einen noch innerhalb der Schwankungsgrenzen liegenden Ueberschuss von 0,15 %.

XIV. — 10. März. — 0,422 Grm. Brot blieben 24 Stunden zwischen der Zunge und dem harten Gaumen des Thieres G liegen. Dieses hatte sich dabei in die Zunge gebissen, so dass ein kleines Blutcoagulum an dem Brote haftete. Es wog ohne den grösseren Theil des letzteren 0,672 Grm. und führte 0,343 Grm. festen Rückstandes. 66,2 % geben aber nur 0,279 Grm. für die ursprünglichen 0,422 Grm. Der beträchtliche Ueberschuss von 0,064 Grm. rührte unzweifelhaft zu grossem Theile von den Bestandtheilen des beigemengten Blutes her.

Der Zuckergehalt glich 2,9 % oder nur 0,2 % mehr, als man für die frische Brotmasse gefunden hatte.

XV. — 15. März. — Ich liess 0,618 Grm. anderen Brotes zwischen der Zunge und dem Gaumen von G 24 Stunden liegen. Es wog hierauf 0,643 Grm. und führte 0,338 Grm. festen Rückstandes.

1,400 Grm. frischen Brotes derselben Art lieferten 0,793 Grm. = 56,7 % dichter Stoffe. Dieses hätte demnach 0,350 Grm. betragen sollen. Der gefundene Werth war aber um 0,012 Grm. niedriger. Der Wassergehalt betrug hier 45,3 %.

Die Zuckerprobe des frischen Brotes gab 2,84 % des festen Rückstandes. Die des Stückes, das einen Tag lang in der Mundhöhle des erstarrten Thieres gelegen hatte, 3,55 % oder 0,71, d. h. ¼ des ursprünglichen Werthes mehr. Obgleich dieses auf den ersten Blick für eine Zuckerbildung durch die Mundflüssigkeiten des erstarrten Murmelthieres zu zeugen scheint, so macht doch eine nähere Betrachtung den Beweis sehr zweifelhaft. 2,84 % der 0,350 Grm. des ursprünglichen festen Rückstandes betragen 0,0099 Grm. 3,55 % dagegen der später gefundenen 0,338 Grm. geben 0,0120 oder bloss 0,0021 Grm. mehr. Dass aber möglicher Weise dieser Zuckerüberschuss von 2 Milligramm ursprünglich vorhanden gewesen, lässt sich nicht mit Sicherheit in Abrede stellen.

Das Brot durchtränkt sich hiernach bisweilen mit so viel Wasser, dass es trotz der Verdunstung an Gewicht zunimmt. Es trocknet dagegen in anderen Fällen in der Mundhöhle der erstarrten Murmelthiere aus. Der Unterschied rührt von dem gerade vorhandenen Feuchtigkeitsgrade der Mundhöhle her. Eine beträchtliche Zuckerbildung oder andere bedeutende Veränderungen lassen sich nicht nachweisen.

f. Arrowroot.

XVI. — 12. März. — 0,512 Grm. reinen, unmittelbar vorher getrockneten Arrowrootes wurden in ein Leinwandsäckchen gebunden zwischen Zunge und Gaumen des Murmelthieres E 48 Stunden lang liegen gelassen. Der dann trocken herausgenommene Bausch enthielt

0,521 Grm. Mehles, das man immer noch für trocken seinem äusseren Ansehen nach gehalten haben würde. Der kalte Wasserauszug desselben führte weniger als $^1/_{10}$ % Zucker. Eine Probe frischen Mehles zeigte gar keine Reduction der Fehling'schen Lösung.

XVII. — 12. März. — Ich wiederholte den gleichen Versuch mit 0,551 Grm. getrockneten Arrowrootes in dem Thiere F. Es blieb dort die ersten drei Tage ruhig liegen. Da aber das Murmelthier am vierten erwachte, so warf es den Bausch heraus. Ich fand ihn vollkommen unversehrt auf dem Bodengitter des Behälters. Er enthielt frisch 0,590 Grm. des Mehles, das getrocknet 0,545 Grm. gab. Die fehlenden 0,006 Grm. kommen gewiss zum grössten Theile auf diejenigen Mehlpartikelchen, welche in der Leinwand blieben oder durch diese von dem Thiere durchgedrückt wurden. Der kalte Wasserauszug enthielt keine Spur von Zucker.

XVIII. — 12. März. — Ich stellte endlich den gleichen Versuch mit 0,469 Grm. Arrowroot in dem Thiere G an und liess hier das Mehl 2 Tage lang in dem hinteren Theile der Mundhöhle. Es wog dann feucht 0,551 Grm. Sein Wasserauszug enthielt eben so wenig eine Spur von Zucker, als der kalte Auszug einer frischen Probe.

Wir sehen hieraus, dass das getrocknete Mehl von Maranta arundinacea etwas Wasser aufnimmt, nicht aber in Zucker verwandelt oder sonst verändert wird.

g. Kleister.

Ich kochte Arrowroot mit destillirtem Wasser, bis sich Kleister gebildet hatte, entfernte aus diesem, so sehr als möglich, die Mehlstückchen, die noch unverändert zurückgeblieben waren und trocknete das Ganze zum festen Rückstande ein. Dieser, eine graue halb durchsichtige Masse, wurde zu den einzelnen Vergleichsversuchen benutzt.

XIX. — 21. März. — 0,128 Grm. des eingetrockneten Kleisters blieben 24 Stunden zwischen der Zunge und dem harten Gaumen des Thieres E. Man nahm dann das Stück schwach durchfeuchtet heraus. Es wog in diesem Zustande 0,172 Grm. und gab 0,130 Grm.

nach dem vollständigen Austrocknen. Man hätte also einen Ueberschuss von 0,002 Grm.

Wurden dieses Kleisterstück und ein anderes, das nicht in dem Murmelthiere gewesen, 24 Stunden mit Wasser kalt ausgezogen, so erzeugte die filtrirte Flüssigkeit keine Spur von Kupferoxydreduction bei dem Gebrauche der Fehling'schen Lösung. Der gewöhnliche Kleister pflegt Zucker zu führen.

XX. — 22. März. — 0,184 Grm. des getrockneten Kleisters verweilten 24 Stunden in der Mundhöhle des Thieres F. Das Stück, welches an der Mitte der Zunge klebend gefunden worden, wog 0,207 Grm. und hinterliess 0,188 Grm. festen Rückstandes. Das Wasser, das 24 Stunden im Kalten auf den Kleister gewirkt hatte, zeigte keine Spur von Zuckerreaction.

XXI. — 21. März. — 0,165 Grm. desselben Kleisters lagen einen Tag lang zwischen der Zunge und dem harten Gaumen des Thieres G. Das schwach durchfeuchtete Stück wog dann 0,221 und gab 0,168 Grm. festen Rückstandes. Die Zuckerprobe fiel auch hier negativ aus.

Diese Thatsachen lehren, dass der Kleister etwas Wasser bei dem Aufenthalte in der Mundhöhle der erstarrten Murmelthiere einsaugt, Zucker dagegen bei dieser Gelegenheit nicht erzeugt wird.

h. Rohrzucker.

XXII. — 19. Februar. — 0,678 Grm. getrockneten Rohrzuckers blieben 24 Stunden zwischen der Zunge und dem harten Gaumen von E liegen. Die Mundhöhle führte dann eine nicht unbedeutende Menge einer klebrigen Zuckerlösung. Ein zusammenhängendes Stück, das durchfeuchtet 0,444 Grm. und getrocknet 0,434 Grm. wog, konnte noch herausgenommen werden. Obgleich offenbar mehr Flüssigkeit als sonst in die Mundhöhle übergetreten war, so reichte diese doch bloss hin, 0,244 Grm. Zucker aufzunehmen. Es wurden daher nur 35,8 % des Ganzen aufgelöst.

XXIII. — 21. Februar. — Ich brachte 0,363 Grm. desselben trockenen Rohrzuckers zwischen die nicht unbedeutend befeuchtete

HARVARD UNIVERSITY
SCHOOL OF ... HEALTH

Zunge und den harten Gaumen desselben Murmelthieres. Man fand noch 24 Stunden später ein Stück, das getrocknet 0,029 Grm. wog. Die in einem Tage geschmolzene Menge glich daher selbst unter diesen günstigeren Verhältnissen nur 0,334 Grm., die hier freilich bei dem geringeren Gewichte des ursprünglich gebrauchten Stückes 92 % ausmachten.

Die Mundhöhle enthielt länger als drei Tage eine klebrige wässerige Flüssigkeit, die stark süss schmeckte. Bedenkt man, dass der Zuckergeschmack einer einprocentigen Lösung fast unmerklich ist, so liefert diese Thatsache einen neuen Beweis für die äusserst geringe, fast Null gleiche Stoffaufnahme während des tiefen Winterschlafes der Murmelthiere.

XXIV. — 22. Februar. — 0,853 Grm. trockenen Rohrzuckers wurden zwischen der Zunge und dem harten Gaumen des Thieres F 24 Stunden liegen gelassen. Ich konnte zuletzt noch ein Stück herausnehmen, das feucht 0,253 Grm. und trocken 0,223 Grm. wog. Es waren mithin 0,600 Grm. = 70,3 % verflüssigt worden. Die klebrige und süsse Zuckerlösung blieb auch hier mindestens 3 Tage in der Mundhöhle.

XXV. — 20. Februar. — 0,342 Grm. trockenen Rohrzuckers verweilten 48 Stunden lang zwischen der Zunge und dem harten Gaumen des Thieres G. Man fand zuletzt ein durchfeuchtetes Stückchen, das getrocknet 0,015 Grm. wog. Nur 0,327 Grm. Zucker konnten daher im Laufe zweier Tage geschmolzen werden.

XXVI. — 21. Februar. — 0,772 Grm. Zucker kamen in die bedeutend feuchte Mundhöhle desselben Thieres. Der nach 24 Stunden gefundene Zuckerrest wog frisch 0,240 Grm. und getrocknet 0,188 Grm. Es waren daher 0,584 Grm. = 75,6 % gelöst worden.

XXVII. — 30. März. — Ich führte einen kleinen Zuckercylinder, der getrocknet 0,118 Grm. wog, in den Mastdarm von G ein. Obgleich die Operation Bewegungen und schnarchendes Athmen des Thieres herbeiführte, so schlief es doch bald wieder fest ein. Es hatte sogar am nächsten Tage an Gewicht zugenommen (S. 17). Ich konnte dann noch zum After ein Zuckerstückchen heraus befördern,

das 0,041 Grm. im durchfeuchteten und 0,038 Grm. im trockenen Zustande wog. Eine verhältnissmässig bedeutende Menge von Zuckerlösung trat übrigens noch zum After heraus.

Die Flüssigkeit, welche der unterste Abschnitt des Mastdarmes mit den Afterdrüsen im Laufe von 24 Stunden liefern konnte, reichte hiernach nur hin, 0,080 Grm. Zucker aufzunehmen. Ein grosser Theil der Lösung blieb uneingesogen zurück.

Ich hatte noch einen Zuckercylinder von 0,092 Grm. in den Mastdarm von E und einen von 0,091 Grm. in den von F geschoben. E war aber schon 5 Stunden später und F am folgenden Tage vollkommen wach, obgleich sich beide in festem Schlafe zur Zeit der Einführung befunden hatten.

0,336 Grm. Rohrzucker wurden zum Vergleich zwischen die Zunge und den harten Gaumen eines todten Kaninchens gebracht, dem der oberste Halsknoten des sympathischen Nerven einige Tage vorher war ausgerottet worden und dessen Kiefermuskeln sich schon im nachdrücklicher Todtenstarre befanden. Aller Zucker war nach 24 Stunden verschwunden und die Flüssigkeit der Mundhöhle bot keinen deutlich süssen Geschmack dar. Das todte Kaninchen, das 1548 Grm. wog, wirkte also in einem Tage kraftvoller, als das in dem Versuche XXV erwähnte Murmelthier G, dessen Körpergewicht 1487,7 Grm. betrug, in 48 Stunden. Die Mundhöhle des Kaninchens enthielt so wenig Flüssigkeit, dass keine nähere Prüfung derselben möglich war. Schüttelte man aber die Zunge und die Schleimhaut des harten Gaumens mit destillirtem Wasser, kochte das Ganze mit ein Paar Tropfen Schwefelsäure und übersättigte mit Kali, so gab die Fehling'sche Lösung eine starke Reduction des Kupferoxydes.

i. Eigelb.

Da ich die reinen flüssigen Fette quantitativ in den hier anzustellenden Untersuchungen nicht verfolgen konnte, von den festen dagegen wenig zu erwarten war, so wandte ich mich an das Eigelb des Hühnereies. Ich liess es aus einem gekochten Eie an der Luft eintrockenen und schnitt dann hieraus dünne Scheiben, die ich zwi-

schen die Zunge und den harten Gaumen der erstarrten Murmelthiere brachte. Diese Versuche hatten den Uebelstand, dass sich kleine Stückchen des Eigelbes auch bei der grössten Vorsicht losbröckelten und man sie immer hinzufügen musste, um nicht zu fehlerhaften Ergebnissen verleitet zu werden.

XXVIII. — 23. März. — 0,196 Grm. lufttrockenen Eigelbes blieben 24 Stunden in der Mundhöhle des Murmelthieres F. Sie wurden dann scheinbar unverändert herausgenommen. Das Ganze wog frisch 0,198 Grm. und lieferte im Sandbade 0,158 Grm. festen Rückstandes. Da eine Probe desselben lufttrockenen Eigelbes, die frisch 0,765 Grm. geglichen, 0,583 Grm. = 76,2 % dichter Verbindungen enthalten hatte, so sollte das Versuchsstück 0,149 Grm. geben. Man bekam daher einen Ueberschuss von 0,009 Grm.

Ich kochte die Proben des Eigelbes in einem Bibra'schen Destillirapparate mit Schwefeläther mehrfach aus. Dieser färbte sich hierdurch gelb und hinterliess nach dem Verdunsten einen gelben Rückstand, der zum Theil aus einem gelben Oele, zum Theil aus festen fettigen und anderen Körpern (bei 14° C.) bestand. Die eiweissreiche unlösliche Masse des Eigelbes bildete ein grauweisses Pulver.

0,582 Grm. des festen Rückstandes des Eigelbes gaben an den Aether 0,348 Grm. = 59,8 %. 0,155 Grm. des Eigelbes, das einen Tag in der Mundhöhle des Murmelthieres verweilt hatte, lieferte 0,093 Grm. = 60,0 %. Es war also kein Fett aufgenommen worden.

XXIX. — 23. März. — 0,244 Grm. lufttrockenen Eigelbes verweilten 24 Stunden in der Mundhöhle des Thieres G. Sein Gewicht betrug hierauf 0,235Gr., wobei jedoch ein kleines Stück nach der Absplitterung an dem Gaumen hängen blieb. Der trockene Rückstand betrug 0,176 Grm. Er hätte zu 76,2 % 0,186 Grm. darbieten sollen.

0,174 Grm. desselben gaben 0,104 Grm. an Schwefeläther. Da dieses 59,7 % beträgt, so können wir schliessen, dass auch hier kein Fett aufgenommen worden.

Nennen wir die Procente des festen Rückstandes, die eine Verbindung giebt m, die Procentmenge eines Stoffes, welche dieses enthält n und suchen die Procente x, welche die letztere in der ur-

sprünglichen Verbindung betrug, so haben wir $x = 0{,}01 \cdot m \cdot n$. Der Werth von m ist im Durchschnitt 53 für das frische Eigelb. n war aber nach dem oben Erwähnten 60 gewesen. Man findet daher $x = 31{,}8\,\%$. Die Mittelzahlen für die Aetherauszüge, die Prout, Gobley und Lehmann*) angeben, sind 29 % bis 31,2 %.

k. Eisenkaliumcyanür.

1,266 Grm. der Blutlaugensalzlösung, deren ich mich bediente, hinterliessen 0,117 Grm. = 9,3 % festen Rückstandes.

Ich gebrauchte in dem ersten Versuche ein mit Eisenchlorid durchtränktes Filtrirpapier zur Entdeckung des Eisenkaliumcyanürs. Verdünnte man die oben erwähnte Blutlaugensalzlösung so, dass sie 0,23 % desselben enthielt, so erzeugte sie einen tief blauen Fleck auf dem Reagenzpapiere. Die blauen Körnchen fielen sogleich auf. Setzte man zur Lösung von Eisenkaliumcyanür so viel Wasser, dass der Procentgehalt 0,034 ausmachte, so liessen sich dann noch einzelne Körnchen von Berlinerblau auf dem mit jener Flüssigkeit befeuchteten Filtrirpapier erkennen. Eine weitere viermalige Verdünnung oder ein Gehalt von 0,009 % gab nur noch eine zweifelhafte Reaction.

Ich befolgte das gewöhnliche Verfahren in den beiden anderen Versuchen. Die kleine Blutprobe wurde in einem Uhrgläschen mit destillirtem Wasser und etwas eisenfreier und überhaupt reiner Salzsäure versetzt und hierauf zu Maassanalysen titrirte Eisenchloridlösung hinzugefügt. Nebenversuche belehrten mich, dass diese letztere einen Gehalt von 0,015 % Eisenkaliumcyanür noch durch eine intensiv blaue, und einen solchen von 0,00576 % durch eine stark grünblaue Farbe anzeigte. Eine Lösung von 0,00057 % dagegen lieferte kein entscheidendes Ergebniss mehr, wenn man selbst die Mischung auf einem intensiv weissen Grunde betrachtete.

---

*) C. G. Lehmann Lehrbuch der physiologischen Chemie. Bd. II. Leipzig 1850. 8. S. 351.

XXX. — 13. Januar. — Der linke Fuss des Murmelthieres G wurde mit drei starken Lagen Filtrirpapiers, die in der oben erwähnten ursprünglichen Lösung des Blutlaugensalzes aufgequollen waren, umwickelt und das Ganze 6 Stunden lang unverrückt gelassen. Blut eines Hautschnittes, der an der Grenze des Hinterhauptes und des Halses während des tiefen Schlafes des Thieres angebracht wurde, zeigte keine Spur von Blutlaugensalz. Ich erhielt dasselbe negative Ergebniss, wenn ich das Reagenzpapier in der Tiefe der Wunde herumbewegte. Das Thier wachte die beiden folgenden Tage. Seine Fusssohle war durch die anhaltende Wirkung der Flüssigkeit erweicht worden. Die Oberhaut derselben spaltete sich später in grosse Lappenabtheilungen, die sich in Folge von selbst loslösten, als sie theilweise eingetrocknet waren. Der den 21. Januar gelassene Harn gab eine verhältnissmässig starke Reaction auf Blutlaugensalz. Da er aber mit Hautstellen, welche diese Verbindung enthielten, möglicher Weise in Berührung gekommen war, so lässt sich kein sicherer Schluss aus dieser Erfahrung entnehmen.

XXXI. — 7. April. — Demselben Thiere, das ziemlich fest schlief und 1406,7 Grm. unmittelbar vor dem Beginn des Versuches wog, wurde 1 C. C. des oben erwähnten Blutlaugensalzes in den Mastdarm gespritzt. Da die Flüssigkeit eine Eigenschwere von 1,067 ergab, so führte jener Cubikcentimeter 0,099 Grm. Eisenkaliumcyanür.

Es ergab sich:

10 Uhr 8 Minuten. Einspritzung des Blutlaugensalzes in den Mastdarm.

10 U. 10 bis 11 M. 14 Athemzüge in 1 Minute. Unregelmässig mit einer Ruhepause von 15 Sekunden.

10 U. 11 bis 12 M. 12 } Athemzüge in 1 M. In der Zwischen-
10 U. 19 bis 20 M. 19 } zeit längere Ruhepausen.

10 U. 26 bis 27 M. 19 } Athemzüge in 1 M.
10 U. 28 bis 29 M. 3 }

10 U. 31 bis 32 M. 28 Herzschläge in 1 M.

10 U. 33 bis 34 M. 20 „ „ „ „

10 U. 40 bis 41 M. 18 Herzschläge in 1 M.

10 U. 42 M. Den inneren Nagel des rechten Vorderbeines tief abgeschnitten, um Blut zu erhalten.

10 U. 46 bis 47 M. 21
11 U. 17 bis 18 M. 22 } Athemzüge in 1 M.

Blutproben von 10 U. 42 M.,
10 U. 52 M.,
11 U. 7 M. und
11 U. 18 M.

zeigten keine Spur von Reaction auf Blutlaugensalz, nicht einmal jene zweifelhafte, welche eine wässerige Lösung von 0,00057 % darbot. Dasselbe negative Resultat ergab sich für das Wasser, mit dem ich die Wunde des schlafenden Thieres um 2½ U. abgewaschen hatte.

XXXII. — 7. April. — Ich wiederholte den gleichen Versuch mit dem ziemlich fest schlafendan Murmelthier E, das 1734,7 Grm. unmittelbar vor der Beobachtung wog.

10 U. 16 M. 1½ C. C. der Blutlaugensalzlösung in den Mastdarm eingeführt.

10 U. 20 bis 21 M. 6
10 U. 35 bis 36 M. 6 } meist tiefe Athemzüge in 1 M.

10 U. 38 bis 39 M. 39 Herzschläge in 1 M.

10 U. 39 bis 40 M. 12
10 U. 49 bis 50 M. 15 } grösstentheils tiefe Athemzüge in 1 M.

10 U. 52 M. Der innere Nagel des rechten Vorderbeines tief abgeschnitten, um Blut zu gewinnen.

11 U. 18 M. 12 Athemzüge in 1 M.

Blutproben von 10 U. 52 M.,
10 U. 54 M.,
11 U. 8 M. und
11 U. 19 M.

gaben wieder nicht einmal die zweideutige Reaction, wie sie eine wässerige Lösung von 0,00057 % Blutlaugensalz zeigte. Das Thier war um 2½ Uhr vollkommen erwacht und so bösartig, dass man keine weitere Prüfung vornehmen konnte.

1. Kochsalz.

Obgleich die sämmtlichen mit diesem Körper angestellten Versuche in so fern verunglückten, als die Thiere in weniger als 24 Stunden erwachten, so glaube ich sie dennoch anführen zu müssen, weil die später vorgenommenen Harnprüfungen eine eigenthümliche Schlussfolgerung gestatten.

XXXIII. — 7. März. — Ich brachte einen fest zugebundenen Leinwandbausch, der 0,416 Grm. getrockneter Kochsalzkrystalle enthielt, zwischen 3 und 4 Uhr in die Mundhöhle des Murmelthieres E. Dieses war um 11 Uhr des folgenden Tages wach und sehr reizbar. Ich fand später den Bausch zerbissen. Er enthielt noch eine gewisse Salzmenge, die 0,145 Grm. nach dem Trockenen wog. Ich wusch hierauf das Untersatzgefäss so rein als möglich aus und brachte in dasselbe nur wenig von dem früheren Urine, um die in §. 13 erwähnten Versuche nicht zu stören. Neuer Harn, den das Thier den 17. März gelassen hatte, lieferte, wie gewöhnlich, geringe Mengen von Kochsalz. Es lässt sich hieraus mit Wahrscheinlichkeit entnehmen, dass die fehlenden 0,271 Grm. Kochsalz grösstentheils zerstreut, nicht aber verschluckt worden.

XXXIV. — 7. März. — War ein zugebundener Leinwandbausch, der 0,397 Grm. trockenen Kochsalzes enthielt, zwischen die Zunge und den harten Gaumen von F um ungefähr $3^1/_2$ Uhr geschoben worden, so war das Thier am folgenden Tage schon um 11 Uhr wach. Der zerbissene auf dem Boden gefundene Bausch enthielt kein Kochsalz mehr. Ich wiederholte daher das Gleiche mit dem Untersatzgefässe wie in dem vorigen Versuche. Der den 21. März gelassene Harn führte weniger als 0,16 % Kochsalz, mithin nicht mehr *), als andere erstarrte Murmelthiere.

XXXV. — 7. März. — Hatte ich einen Leinwandbeutel, der 0,459 Grm. trockenen Kochsalzes enthielt, zwischen 3 und 4 Uhr in die Mundhöhle von G eingeführt, so war das Thier ebenfalls um

*) S. diese Zeitschrift Bd. III. S. 209 und 215.

11 Uhr des folgenden Tages wach. Der Bausch fand sich später auf dem Boden aufgebissen.

Alle drei Murmelthiere wurden übrigens bis zum dritten Tage nach der Einführung des Kochsalzes schlaftrunken und lieferten später die gewöhnlichen Erstarrungserscheinungen.

Wir sehen hieraus, dass schon geringe Mengen des Kochsalzes, welche die Mundflüssigkeiten lösten, als hinreichende Reizmittel wirkten, um die Thiere rasch aufzuwecken. Bleibende weitere Folgen oder ein Uebergang beträchtlicher Salzmengen in den Körper liessen sich nicht nachweisen.

m. Schwefelwasserstoff.

Das stets in einer Temperatur von + 4° bis + 8° C. aufbewahrte Schwefelwasserstoffwasser trübte sich während der Versuchszeiten nur wenig durch niedergeschlagene Schwefelmilch. 9 C. C. desselben lieferten 0,222 Grm. Schwefelblei mit essigsauerem Bleioxyd, dem etwas Essigsäure zugesetzt worden. 1 C. C. des Wassers enthielt daher 0,0035 Grm. oder 2,26 C. C. Schwefelwasserstoff.

Das mit essigsauerem Blei durchtränkte Filtrirpapier, das ich als Reactionsmittel gebrauchte, gab noch einen stark geschwärzten Fleck, wenn ich es 5 Sekunden lang in einem Abstande von 2—4 C. C. von ungefähr $^1/_{40}$ C. C. jenes Schwefelwasserstoffwassers hielt. Spuren, die es nicht im Entferntesten anzeigte, wurden noch durch das Geruchsorgan mit Leichtigkeit erkannt.

Um zu wissen, wie viel Schwefelwasserstoff durch die Excremente des Murmelthieres zersetzt würde, mischte ich 1,230 Grm. frischen Kothes mit 20,5 C. C. Wasser. Setzte ich 5 C. C. des Schwefelwasserstoffwassers hinzu, so entwickelte sich nach dem Schütteln ein sehr widerlicher, aber von dem des Schwefelwasserstoffes wesentlich verschiedener Geruch. Das Bleipapier zeigte keinen braunen oder schwarzen Fleck, es mochte über der Flüssigkeit gehalten oder in diese getaucht werden. Fügte ich dagegen noch 4 C. C. hinzu, so lieferte das Papier eine deutliche Färbung. 9 C. C. des

Schwefelwasserstoffwassers enthielten also mehr Schwefelwasserstoff, als durch 1,230 Grm. frischer Excremente zersetzt wurden.

0,331 Grm. festen Rückstandes des Murmelthierkothes wurden mit 6,2 C. C. destillirten Wassers drei Tage lang kalt behandelt. Die Flüssigkeit wirkte nicht auf das Bleipapier nach einem Zusatze von 0,5 C. C. Schwefelwasserstoffwasser. 1,9 C. C. dagegen führten sogleich zu einer starken braunen Färbung.

XXXVI. — 17. Januar. — Temperatur 5° bis 6° C. Ich stach um 10 Uhr 18 Minuten eine Explorationsnadel in das Herz des Murmelthieres G und brachte den Kopf in ein Glas, so dass die Ausathmungsluft, sie mochte zum Munde oder zur Nase hervortreten, ein vorgelegtes Bleipapier zuerst bestreichen musste. Es ergab sich:

10 U. 19 M. 14 regelmässige Herzschläge in 1 Minute.
10 U. 21 M. 2 Athemzüge in 1 M.
10 U. 25 M. 12 bis 13 Herzschläge in 1 M.
10 U. 26 M. 6 Athemzüge in 1 M.
10 U. 28 M. 14 Herzschläge und 4 bis 5 Athemzüge in 1 M.
10 U. 30 M. 14 Herzschläge und 5 Athemzüge in 1 M.
10 U. 37 M. 15 Herzschläge und 6 Athemzüge in 1 M.
10 U. 38½ M. 1,8 C. C. des Schwefelwasserstoffwassers in den Mastdarm gespritzt. Ein wenig läuft zurück.
10 U. 41 M. 15 Herzschläge in 1 M.
10 U. 42 M. 4 Athemzüge in 1 M.
10 U. 47 M. 15 Herzschläge und 5 Athemzüge in 1 M.
10 U. 49 M. Bis jetzt keine Spur von Reaction des (befeuchteten) Bleipapiers und Nichts durch den Geruch zu erkennen.
10 U. 49½ M. 1,8 C. C. Schwefelwasserstoffwasser, von dem Nichts zurückgetrieben wurde, eingespritzt.
10 U. 54 M. 18 bis 19 Herzschläge in 1 M.
10 U. 55 M. 7 Athemzüge in 1 M.
11 U. 2 M. Keine Spur von Reaction des Bleipapiers oder von Geruch des Athems nach Schwefelwasserstoff.
11 U. 14 M. 22 Herzschläge und 11 Athemzüge in 1 M.

11 U. 18 M. Keine Spur von Nachweisbarkeit des Schwefelwasserstoffes in der Athemluft.

XXXVII. — 20. Januar. — Dasselbe Thier hatte wieder die beiden Tage vorher fest geschlafen.

3 U. 24 M. 9 C. C. des Schwefelwasserstoffwassers in den Mastdarm gespritzt. Es lief weniger als ½ C. C. zurück.

3 U. 28 M. 4 Herzschläge in 1 M.

3 U. 29 M. 2 Athemzüge in 1 M.

3 U. 38 M. 2 Athemzüge in 1 M.

3 U. 55 M. 3 Athemzüge in 1 M.

4 U. 9 M. Keine Spur von Farbenveränderung des trockenen oder befeuchteten Bleipapiers oder von Geruch des Athems nach Schwefelwasserstoff.

Versuche, beträchtlichere Mengen von Schwefelwasserstoffwasser in den Mastdarm zu bringen, scheiterten daran, dass dann der grösste Theil des Ueberschusses sogleich zurückgetrieben wurde.

Das negative Resultat, vorzüglich des letzten Versuches, spricht für die Langsamkeit der Aufnahme und des Uebertrittes aus dem Blute in die Athmungsluft. Ich halte jedoch diese Erfahrungen für minder entscheidend, weil sehr kleine Mengen, die man in den Mastdarm eines Hundes oder eines Kaninchens gespritzt hat, selbst nach mehr als zehn Minuten in dem Athem durch das Geruchsorgan nicht nachgewiesen werden.

n. Tellur.

Die Erfahrung, dass Personen, die Tellur gepulvert haben, einen üblen, an den des Telluräthyls erinnerenden Geruch des Athems bekommen, führte Hugo Schiff zu dem Vorschlage, dieses Metall zu versuchen.

XXXVIII. — 24. März. — Ich brachte 0,126 Grm. metallischen Tellurs in einem Leinwandsäckchen in den Mastdarm des Murmelthieres F. Dieses schlief ohne die geringste Störung fest fort, während das Säckchen 5 Tage lang in dem untersten Theile des Mastdarmes unverrückt stecken blieb. Das wieder herausgenommene

Tellur wog nach dem Trocknen zwischen 0,125 und 0,126 Grm. H. Schiff und ich glaubten am dritten Tage einen schwachen Geruch des Athems bemerkt zu haben. Da sich aber diese Erscheinung in den Folgetagen nicht verstärkte, sondern ebenso zweifelhaft, als früher blieb, so wird man das Ergebniss dieses Versuches als ein rein negatives ansehen dürfen.

o. Selen.

Der Tellurversuch führte auf den Gedanken, auch das Selen, welches so stark riechende Präparate liefert und mit dem das Tellur oft verunreinigt ist, zu prüfen.

XXXIX. — 24. März. — Ein Bausch, in dem 0,058 Grm. metallischen Selens eingebunden waren, wurde in den Mastdarm des Thieres E gebracht. H. Schiff und ich glaubten nach 24 Stunden zu bemerken, dass das Thier einen üblen Geruch aus seinem Munde verbreite. Obgleich der das Selen enthaltende Zapfen sogleich entfernt wurde, so schien doch noch jener Geruch 3 bis 5 Tage, immer abnehmend, anzuhalten.

XL. — 27. März. — Der gleiche Bausch wurde in den Mastdarm des Thieres G geschoben. Auch dieses behielt ihn drei Tage lang unverrückt und liess sich hierdurch in seinem festen Schlafe nicht stören. Das Ergebniss war zweifelhaft. Trat hier ein Geruch hervor, so war er jedenfalls nur sehr schwach. Das nach dem Versuche herausgenommene Selen wog befeuchtet 0,061 Grm. und getrocknet 0,047 Grm.

p. Neutrales tellurigsaueres Kali. $\dot{K}. \ddot{T}e.$

Die wässrige Lösung dieser Verbindung führte 0,008 Grm. Tellursäure für je einen Cubikcentimeter Flüssigkeit.

XLI. — 7. April. — Das Thier G, das fest schlief, bekam um 2 Uhr 40 Minuten 1 C. C. der Lösung des tellurigsaueren Kali in den Mastdarm gespritzt.

2 U. 44 M. 3 Athemzüge in 1 M.

2 U. 46 M. 20 Herzschläge in 1 M.

2 U. 47 M. Keine Spur von eigenthümlichem Geruch des Athems.

2 U. 49 M. 1,8 C. C. der Lösung des tellursaueren Kali in den Schlund gespritzt. Das Thier bewegt sogleich den Kopf und stösst ungefähr $^1/_{10}$ C. C. bei einer der nächsten Ausathmungen zu den Nasenlöchern heraus.

2 U. 53 M. keine Spur von eigenthümlichem Athemgeruch. Jede Ausathmung schiebt noch etwas Flüssigkeit zu den Nasenlöchern vor- und rückwärts.

2 U. 54 bis 55 M. 6 Athemzüge in 1 M. Das Thier etwas unruhig. Schwache Bewegungen der Gesichts- und der Halsmuskeln.

2 U. 58 M. Keine Spur von Geruch nach Telluräthyl in der Athemluft.

3 U. 18 bis 19 M. 15 Athemzüge mit fast fortwährenden Bewegungen der Kopf- und der Halsmuskeln.

3 U. 19 M. Kein eigenthümlicher Athemgeruch. Im ersten Augenblicke nur eine zweifelhafte Spur.

3 U. 21 bis 22 M. 51 Herzschläge } in 1 M.
3 U. 23 bis 24 M. 25 Athemzüge }

3 U. 24$^1/_2$ M. Keine Spur von eigenthümlichem Athemgeruch.

3 U. 50 bis 51 M. 62 Herzschläge } in 1 M.
3 U. 51 bis 52 M. 20 Athemzüge }

3 U. 53 M. und 4 U. 45 M. Keine Spur von besonderem Athemgeruch. Das am folgenden Tage wache Thier roch auch nicht um 9 oder um 2 Uhr.

Rechnen wir auch das bald Ausgelaufene zurück, so hatte das Thier 21,6 Milligramme oder nahebei $^1/_3$ Gran Tellursäure bekommen. Als Hansen und Röder*) 40 Milligramm saueres tellurigsaueres Kali verzehrt hatten, verbreitete ihr Athem den üblen Geruch schon in den ersten Minuten nach der Einnahme. Jene Forscher geben nicht an, ob sie zweifach tellurigsaueres oder vierfach tellurigsaueres Kali gebrauchten. Es lässt sich daher nicht berechnen, wie viel

*) K. Hansen Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. LXXXVI. Heidelberg 1853. 8. S. 213, 214.

tellurige Säure sie einführten. Da sie aber jedenfalls weniger als 40 Milligramme genommen haben und dessenungeachtet so auffallende Wirkungen erhielten, so gewinnt es an Interesse, dass diese gänzlich ausblieben, nachdem ich 21,6 Milligramm einem Murmelthier einverleibt hatte, das nur 634,7 Grm. wog.

q. Asa foetida.

XLII. — 6. April. — Dem Murmelthier G, das unmittelbar vor dem Versuche fest schlief und 1406,5 Grm. wog, spritzte ich um

3 Uhr 4 Minuten eine sehr stark riechende, mit wässrigem Weingeist bereitete Abkochung von Asa foetida in den Mastdarm. Die eingetriebene Menge betrug ungefähr einen halben Cubikcentimeter.

3 U. 6 bis 7 M. 20 Athemzüge in 1 M.

3 U. 10 M. Kein eigenthümlicher Geruch der Athemluft.

3 U. 11 bis 12 M. 17
3 U. 14 bis 15 M. 5 } unregelmässige Athemzüge in 1 M.

3 U. 17 M. Kein besonderer Geruch der Athemluft.

3 U. 18 bis 19 M. 2
3 U. 19 bis 20 M. 8
3 U. 20 bis 21 M. 0
3 U. 21 bis 22 M. 0
3 U. 22 bis 23 M. 8
3 U. 23 bis 24 M. 2
3 U. 24 bis 25 M. 1 bis 2 } Athemzüge in 1 M.
3 U. 25 bis 26 M. 3
3 U. 26 bis 27 M. 3
3 U. 27 bis 28 M. 0
3 U. 28 bis 29 M. 4

3 U. 30 M. Keine Spur von Geruch der Athemluft. Durchdringender Geruch am After.

3 U. 33 M. Explorationsnadel in das Herz gesteckt.

3 U. 34 bis 35 M. 24 Herzschläge in 1 M.

3 U. 36 M. Kein eigenthümlicher Athemgeruch.

3 U. 37 bis 38 M. 13 Athemzüge in 1 M.

3 U. 38 bis 39 M. 13
3 U. 39 bis 40 M. 10
3 U. 40 bis 41 M. 6
3 U. 41 bis 42 M. 5 } Athemzüge in 1 M.
3 U. 42 bis 43 M. 9
3 U. 43 bis 44 M. 1
3 U. 44 bis 45 M. 3

3 U. 45 M. Keine Spur von eigenthümlichem Athemgeruch.

3 U. 53 bis 54 M. 5
3 U. 54 bis 55 M. 13 } Athemzüge in 1 M.

3 U. 58 bis 59 M. 7 schwache und ungleiche Athemzüge in 1 M.

4 U. 2 bis 3 M. 10
4 U. 3 bis 4 M. 2 } schwache Athemzüge in 1 M.

4 U. 5 M. Keine Spur von besonderem Athemgeruch. Die Aftergegend riecht stark nach Stinkasand.

r. Schwefeläther.

XLIII. — 8. April. — Das Murmelthier F, das seit einigen Tagen ziemlich fest schlief, wog 1744,0 Grm. unmittelbar vor dem Versuche.

2 U. 20½ M. Ungefähr einen halben Cubikcentimeter Schwefeläther in den Mastdarm gespritzt. Das Thier bewegt sogleich die Kiefermuskeln.

2 U. 24 M. 4 Athemzüge in 1 M.

2 U. 25 M. Keine Spur von Aethergeruch der Athemluft.

2 U. 27 M. 12 Athemzüge
2 U. 29 M. 36 Herzschläge } in 1 M.

2 U. 30 M. Keine Spur von Aethergeruch der Athemluft. Am After eine Mischung von Aether- und unangenehmem Kothgeruch.

2 U. 31½ M. Von Neuem einen halben Cubikcentimeter in den Mastdarm gespritzt. Bewegung der Kaumuskeln. Lebhaftes Ausathmen. Oeffnen des Auges.

2 U. 33 M. 13 Athemzüge in 1 M.

2 U. 35 M. Keine Spur von Aethergeruch der Ausathmungsluft. Mischung von Koth- und Aethergeruch am After.

2 U. 38 M. 19 Athemzüge
2 U. 39 M. 52 Herzschläge } in 1 M.

2 U. 41 M. Scheinbar eine schwache Spur von Aethergeruch in der Ausathmungsluft.

2 U. 43 M. 20 Athemzüge in 1 M.

2 U. 44 M. Kein ganz deutlicher Aethergeruch der Athemluft.

2 U. 45 M. Reichliches Muskelspiel am Halse und Kopfe.

2 U. 46 M. Momentan deutlicher Aethergeruch der Athemluft, der aber bald wieder verschwindet.

2 U. 47 M. 22 Athemzüge in 1 M.

2 U. 48 M. Momentan wahrnehmbarer entschiedener Aethergeruch der Ausathmungsluft.

2 U. 52 M. Der schwache Aethergeruch der Ausathmungsluft unzweifelhaft. Das Thier erwacht immer mehr.

3 U. 10 M. Halbwach. Starker Aethergeruch der Athemluft.

3 U. 10 M. Das Thier vollkommen wach. Seine Athemluft verbreitet einen so bedeutenden Aethergeruch, dass der ganze Behälter, in dem es sich befindet, davon erfüllt ist.

Die erste scheinbare Spur von Aethergeruch der Athemluft, die ich mit meinem sehr feinen Geruchsorgane wahrnehmen konnte, trat 20½ Minuten nach der ersten Aethereinspritzung auf. Man hatte sie später nur für Augenblicke, für andere Momente dagegen nicht. Obgleich das Thier rasch erwachte, so zeigte sich doch erst der unzweifelhafte Aethergeruch 31½ Minuten nach der ersten Einführung in den Mastdarm. Der Mittelwerth der beobachteten Athemzüge, der 15 beträgt, gibt offenbar zu kleine Zahlen für die ganze Zwischenzeit, weil die Athemzüge schon nach den ersten drei Minuten beträchtlich stiegen. Nehmen wir aber dessenungeachtet diese Grösse als Ausgangspunkt an, so entsprechen 472,5 Athemzüge jenen 31½ Minuten. Der Durchschnittswerth der beobachteten Herzschläge ist 44, mithin 1386 für dieselbe Zeitgrösse. Mehr als 1386 Herzschläge

und mehr als 472,5 Athemzüge sind daher nöthig gewesen, damit die Ausathmungsluft unzweifelhaft nach Aether roch.

Ein Kaninchen von ungefähr 1½ Kilogramm Körpergewicht, dem ein halber Cubikcentimeter Schwefeläther zur Zeit jenes Versuches in den Mastdarm gespritzt worden, entleerte schon nach mehr als 45 und nach weniger als 60 Secunden eine Athemluft, die um Vieles stärker nach Aether roch als die des Murmelthieres 31½ Minuten nach der Einführung des Aethers. Berücksichtigten wir aber auch diesen Unterschied nicht und gingen selbst von dem zu hohen Werthe von einer Minute aus, so würde ein im Erwachen begriffenes Murmelthier 31½ Mal so viel Zeit für die Aufsaugung des Aethers im Mastdarme und die Abdunstung desselben in die Athemluft fordern, als ein ungefähr gleich schweres Kaninchen. Der wahre Werth wird natürlich viel grösser ausfallen. Der Aether bildete kein Betäubungs-, sondern ein Erweckungsmittel des erstarrten Murmelthieres. Hätte es aber den Schlaf desselben nicht gestört, so würde wahrscheinlich jener verhältnissmässige Zeitwerth noch beträchtlich gewachsen sein.

XLIV. — 10. April. — Das Murmelthier E, das 1692,8 Grm. unmittelbar vor dem Beginn des Versuches wog, schlief so leise, dass es sich oft von selbst, immer aber nach Berührungen träge bewegte.

Um 3 Uhr 35 Minuten. Einen halben Cubikcentimeter Schwefeläther in den Mastdarm gespritzt.

3 U. 37 M. 12 Athemzüge in 1 Minute.

3 U. 37½ M. Keine Spur von Aethergeruch der Athemluft.

3 U. 38 bis 39 M. 44 Herzschläge in 1 M.

3 U. 41 bis 42 M. 10 Athemzüge in 1 M.

3 U. 42½ M. Keine Spur von Aethergeruch der Ausathmungsluft.

3 U. 43½ M. Muskelbewegungen am Halse, die ungefähr 2 Minuten anhalten und dann völlig verschwinden.

3 U. 47 M. Das Thier streckt sich von selbst.

3 U. 47½ M. Spur von Aethergeruch des Athems.

3 U. 48 M. Das Thier öffnet die Augen und schliesst sie später wieder.

3 U. 49 bis 50 M. 12 bis 13 Athemzüge in 1 M.

3 U. 50 M. Der Aethergeruch des Athems etwas deutlicher als früher, obgleich immer noch schwach.

3 U. 53 M. Aethergeruch eher geringer, denn stärker.

3 U. 56 bis 57 M. 15 Athemzüge in 1 M.

3 U. 58 M. Aethergeruch der Athemluft wieder etwas stärker als früher, obgleich immer noch schwach.

3 U. 59 M. Das Thier dreht sich und macht Versuche, sich auf den Vorderbeinen aufzustellen.

4 U. 2 M. Das Murmelthier erwacht immer mehr. Der Aethergeruch noch unbedeutend.

4 U. 3 M. 17 Athemzüge in 1 M.

4 U. 5 M. Deutlicher aber immer noch schwacher Aethergeruch.

4 U. 11 M. 14 Athemzüge in 1 M.

4 U. 12 M. Schwacher ununterbrochener Aethergeruch der Athemluft.

4 U. 17 M. 80 Herzschläge in 1 M.

4 U. 18 M. 21 Athemzüge in 1 M. Das Thier hebt sich empor, wendet sich und ist überhaupt halbwach.

4 U. 19 M. Ununterbrochener schwacher Aethergeruch der Athemluft.

4 U. 22 M. 25 Athemzüge in 1 M.

4 U. 23 M. Der Athem des Thieres, das jetzt auf den vier Füssen steht, riecht nur noch schwach nach Aether.

4 U. 30 M. 21 Athemzüge in 1 M. Das halbwache Thier macht selbstständige Bewegungen.

4 U. 31 M. Immer noch schwacher Aethergeruch des Athems Das auf den Boden gesetzte Thier schleppt sich langsam, aber in weiter Strecke mit geschlossenen Augen vorwärts.

4 U. 38 M. Das Thier vollkommen wach. Die Athemluft riecht erst jetzt so stark nach Aether, wie etwa eine Minute nach der Einspritzung im Kaninchen.

Obgleich wir es hier mit einem Anfangs leise schlafenden und später immer mehr erwachenden Thiere zu thun hatten, so stossen

wir doch auf einen ausserordentlich langsamen Uebergang der Aetherdämpfe in die Athemluft. Das Thier, das am folgenden Tage noch wach war, hatte dann keinen deutlichen Aethergeruch in seinem Athem.

XLV. — 10. April. — Das Murmelthier G, das fester schlief und 1364,0 Grm. wog, diente zu diesem Versuche.

3 U. 26 M. Ein halber Cubikcentimeter Schwefeläther in den Mastdarm gespritzt.

3 U. 28½ M. 8 Athemzüge in 1 M. mit zwei Pausen von ungefähr je 5 Secunden nach je 4 Athemzügen.

3 U. 29 M. 12 Herzschläge in 1 M.

3 U. 30 M. Keine Spur von Aethergeruch der Athemluft.

3 U. 34 M. Desgleichen.

3 U. 39 M. 7 Athemzüge in 1 M.

3 U. 41 M. Keine Spur von Aethergeruch des Athems.

3 U. 45 M. 6 Athemzüge in 1 M.

3 U. 46½ M. Keine Spur von Aethergeruch.

3 U. 51 M. Desgleichen.

3 U. 52 M. 9 Herzschläge in 1 M. Eine verhältnissmässig nicht unbedeutende Blutung stellt sich nach dem Herausziehen der Explorationsnadel ein.

3 U. 55 M. 7 bis 8 Athemzüge in 1 M.

3 U. 56 M. Keine Spur von Aethergeruch des Athems.

3 U. 59 M. 6 Athemzüge in 1 M.

4 U. 1 M. Keine Spur von Aethergeruch.

4 U. 6 M. 1 Athemzug in 1 M.

4 U. 7 M. 5 Athemzüge in 1 M.

4 U. 8 M. 8 Herzschläge in 1 M.

4 U. 9 M. Scheinbar momentan eine Spur von Aethergeruch in der Athemluft.

4 U. 10 M. Wieder keine Spur von Aethergeruch.

4 U. 13 M. 5 Athemzüge in 1 M.

4 U. 14 M. Keine deutliche Spur von Aethergeruch.

4 U. 19 M. 5 Athemzüge in 1 M.

4 U. 21 M. Keine oder höchstens eine augenblickliche Spur von Aethergeruch.

4 U. 25 M. 4 bis 5 Athemzüge in 1 M.

4 U. 26 M. Spur von Aethergeruch im Augenblicke der Ausathmung. In der Zwischenzeit dagegen ist auch nicht der allerschwächste Geruch nach Aether wahrzunehmen.

4 U. 38 M. 2 Athemzüge in 1 M.

4 U. 41 M. Deutlicher schwacher Aethergeruch im Augenblicke der Ausathmung. Sonst keine Spur desselben.

5 U. 1 M. 1 Athemzug in 1 M.

5 U. 2 M. Schwacher Aethergeruch bei jeder Ausathmung, in der Zwischenzeit aber kann nicht das Geringste von Aethergeruch wahrgenommen werden.

6 U. 22 M. Kein Athemzug in 1 M.

6 U. 23 M. 1 Athemzug in 1 M.

6 U. 25 M. 6 bis 8 Herzschläge in 1 M.

6 U. 26 M. Verhältnissmässig stärkerer Aethergeruch während und unmittelbar nach der Ausathmung. Sonst dagegen war auch nicht eine Spur von Aethergeruch zu erkennen.

Das Gleiche zeigte sich auch noch am folgenden Tage 22 Stunden nach der Aethereinspritzung. Man hatte dann 2 bis 8 Athemzüge und 12 Herzschläge in der Minute.

Dieser Versuch zeichnet sich vor den beiden übrigen in doppelter Hinsicht aus. Die unbedeutende Menge des eingeführten Aethers regte zwar das fester schlafende Thier in der ersten Zeit in geringem Maasse auf. Diese Wirkung verschwand aber später, so dass ein stärkerer Erstarrungsgrad zurückkehrte. Der Austritt der Aetherdämpfe war unter diesen Verhältnissen nach 22 Stunden noch beträchtlich schwächer, als in einem ungefähr gleich schweren Kaninchen nach 45 Secunden. Nimmt man auch nur 4 Athemzüge und 10 Herzschläge als ungefähre Durchschnittswerthe für die Minute an, so waren 6600 Athemzüge und 13,200 Herzschläge innerhalb jenes Zeitraumes vorgekommen.

Allgemeine Betrachtung.

Die mitgetheilten Versuche erweisen eine Passivität der Stoffaufnahme während des Winterschlafes der Murmelthiere, wie sie bis jetzt meines Wissens bei keinem anderen Geschöpfe beobachtet worden. Betrachten wir die Einzelheiten, um diesen Ausspruch näher zu erhärten.

Manche Körper, wie die Platten des geronnenen Hühnereiweisses (Versuch I. II. III.), die Proben des Fleisches (Vers. IV. V.? IV.), der Kartoffel (Vers. IX. X. XI.), des Brodes (Vers. XV.), des Arrowroots (Vers. XVII.) und des Eigelbes (Vers. XXIX.) zeigten zwar eine sehr geringe Massenabnahme. Sie rührte aber nur von der Abbröckelung bei dem Eigelbe und dem Arrowroot her und war bei dem Eiweiss, der Kartoffel und dem Brode wahrscheinlicher Weise bloss durch den Unterschied der Versuchskörper von der dem Vergleiche zu Grunde gelegten Normalprobe begründet. Die fehlenden absoluten Mengen blieben übrigens selbst nach dreitägigem Aufenthalte in der Mundhöhle des erstarrten Thieres (Vers. X. XI.) so klein, dass eine mit Sicherheit annehmbare merkliche Aufnahme keinesfalls hervorleuchtet. Das Fleisch verlor etwas dadurch, dass sich ein Theil seines Farbestoffes in den Mundflüssigkeiten löste.

Andere Probemassen, wie Leim (Versuch VII. VIII.), Brod (Vers. XII.), Kleister (Vers. XIX. XX. XI.) und Eigelb (Vers. XXVIII.) gewannen bisweilen geringe Mengen ihrer dichten Verbindungen. Die Flüssigkeiten der Mundhöhle traten hier zu dem unveränderten Körper oder reichten zur Hypercompensation einer etwa aufgelösten minimalen Menge hin. Einer der mit Leim angestellten Versuche (VIII.) lehrt am besten, welche kleine Quantitäten in dieser Hinsicht in Betracht kommen. Ein 15 Mm. langes und 10 Mm. breites Leimstück, das 0,050 Grm. wog, konnte sein Gewicht nur um 0,035 Grm., seine Länge um 1 und seine Breite um 1,5 Mm. in 72 Stunden vergrössern.

Brod lieferte ein Mal (Vers. XII.) weder eine Zu- noch eine Abnahme des festen Rückstandes. Sehr geringe Schwankungen, die auf Beständigkeit zurückschliessen lassen, gaben die Fettbestimmungen

des Eigelbes (Vers. XXVIII. XXIX.). Die durch Karmin erzeugte Farbe des Leimes hatte nicht sichtlich gelitten, wenn selbst der Leim drei Tage lang in der Mundhöhle gelegen.

Die festen bisher erwähnten Prüfungskörper erlitten ein doppeltes Schicksal, wenn man den frischen Zustand derselben am Ende des Versuches vergleichend betrachtet. Die einen, wie Leim (Vers. VII VIII), Brod (Vers. XII XIII.), Arrowroot (Vers. XVI. XVII. XVIII.) und Kleister (Vers XIX. XX. XXI.), die wegen ihrer Pulverform oder ihrer chemischen Beschaffenheit hygroskopisch sind, wurden schwerer herausgenommen, als man sie hineingethan hatte. Der Unterschied erreichte verhältnissmässig hohe Werthe im Leime. Die Gewichtsvergrösserung betrug nämlich das eine Mal (Vers. VIII) 33,4% im Verlaufe von drei Tagen und das andere Mal (Vers. VII.) 40% in 24 Stunden. Die Feuchtigkeitsmenge, die gerade in der Mundhöhle vorräthig war, übte natürlich hierbei einen wesentlichen Einfluss aus.

Eine zweite Gruppe von Körpern, wie das geronnene Hühnereiweiss (Vers. I. II. III., die halb erhärtete Linse des Kalbes (Vers. III.), das Fleisch (Vers. IV. V. VI.), die Kartoffelstücke (Vers. IX. X. XI.) und Brod (Vers. XII. XV.) trockneten in der Mundhöhle mehr oder minder aus. Wer die geringen Feuchtigkeitsmengen der letzteren während der tiefsten Erstarrungszeit aus eigener Anschauung kennt, den wird dieses Ergebniss nicht befremden.

Leicht lösliche Körper, wie Rohrzucker, schmelzen zwar in der Mundhöhle oder in dem Mastdarme der erstarrten Murmelthiere, aber in so unbedeutenden Quantitäten, dass diese selbst dem, der mit den Erstarrungserscheinungen vertraut ist, auffallen müssen. Stellen wir uns die hierher gehörenden Zahlen tabellarisch zusammen, so haben wir:

Versuch.	Zuckermenge in Gramm.		Einverleibungsstelle.	Dauer des Aufenthaltes in Stunden.
	Eingeführt.	Aufgelöst.		
XXII.	0,678.	0,244.		24.
XXIII.	0,363.	0,334.		24.
XXIV.	0,853.	0,630.	Mundhöhle.	24.
XXV.	0,342.	0,327.		48.
XXVI.	0,772.	0,584.		24.
XXVII.	0,118.	0,080.	Mastdarm.	24.

Die Quantität des aufgelösten Zuckers hängt natürlich von der Summe der am Anfange des Versuches vorhandenen und der während desselben etwa abgesonderten Mundflüssigkeiten ab. Jene erstere Grösse wird aber z. B. beträchtlicher ausfallen, wenn das Thier unmittelbar vorher gewacht hat oder Reizungen der Gebilde der Mundhöhle stattgefunden haben. Unruhiger Schlaf kann den zweiten Factor, obgleich nur in mässigem Grade, erhöhen. Die Minimalmenge des aufgelösten Zuckers wird daher das meiste Interesse in Anspruch nehmen. Wir haben sie in dem XXV. Versuche, in welchem nur 0,327 Grm. von 0,342 Grm. eingeführten Zuckers in 48 Stunden gelöst wurden. Da aber 0,336 Grm. Rohrzucker in der keineswegs auffallend feuchten Mundhöhle des todten Kaninchens in weniger als 24 Stunden verschwunden waren, so sieht man, dass in dieser Hinsicht der Leichnahm besser arbeitete, als das erstarrte Murmelthier.

Es lässt sich von vorn herein erwarten, dass dieses keinen Zucker aus Stärkmehl in seiner Mundhöhle erzeugen wird. Die Beobachtungen, die an dem Brode (Vers. XII. XIII. XIV.), dem Arrowroot (Vers. XVI. XVII. XVIII.) und dem Kleister angestellt wurden, bestätigen jene Vermuthung. Wir haben schon früher gesehen, dass der eine Fall von scheinbarer Zunahme des Zuckergehaltes des Brodes (Vers. XV.) zu keinem sicheren Schlusse berechtigt.

Die mit dem Kochsalze angestellten Untersuchungen (Vers. XXXIII. XXXIV. und XXXV.) lehren, dass schon kleine Mengen

dieser Verbindung, welche durch die Mundflüssigkeiten gelöst wurden, hinreichten, die Thiere in kurzer Zeit vollständig zu wecken und wahrscheinlich des unangenehmen Geschmackes wegen sehr reizbar zu machen. Beträchtliche Mengen wurden nicht aufgesogen oder verschluckt, denn der spätere Harn führt keine übermässige Quantität von Chlornatrium.

Die Aetherbeobachtungen gehören zu den belehrendsten der ganzen Studienreihe. Wir sehen zunächst, dass der Aether hier nicht als Betäubungs-, sondern als Erregungsmittel wirkte, zwei nicht sehr fest schlafende Thiere weckte (Vers. XLIII. und XLIV.) und eines, das sich in tiefer Erstarrung befand, wenigstens vorübergehend reizte. Die Dämpfe des Schwefeläthers gehen zwar in die Athemluft über. Man muss aber in dieser Hinsicht vier Stufen unterscheiden, nämlich:

1) Der schwache Aethergeruch der Athemluft tritt nur augenblicklich auf. Er hält kaum während der Dauer einer Ausathmung an, fehlt aber in der Zwischenzeit gänzlich und lässt sich selbst während einzelner Ausathmungen nicht beobachten.

2) Es zeigt sich nicht bloss im Augenblicke der Ausathmung, sondern auch noch einige Secunden nach dem Schlusse derselben, fehlt dagegen gänzlich während der übrigen Pausenzeit.

3) Ein schwacher Aethergeruch ist anhaltend vorhanden. Er verstärkt sich bisweilen während der Ausathmung.

4) Man hat immer einen starken Aethergeruch, wenn man die Gegend der Nasenlöcher und der Mundspalte prüft.

Diese vierte und höchste Stufe wird in ungefähr 45 Secunden im Kaninchen erreicht, wenn ein halber Cubikcentimeter Schwefeläther in den Mastdarm gespritzt worden. Da die mittlere Kreislaufsdauer dieses Thieres 7,46 Secunden nach Vierordt*) beträgt, so wird das erste Stadium schon nach einer verhältnissmässig kleinen Zahl von Secunden eintreten. Sehen wir nun, wie sich in dieser Hinsicht die Murmelthiere verhielten.

---

*) C. Vierordt, die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten des Blutes. Nach Versuchen. Frankfurt a. M. 1858. 8°. S. 128.

Das Thier G (Vers. XLV.), dessen fester Schlaf nur unbedeutend und vorübergehend durch die Aethereinspritzung gestört worden, kam gar nicht über die zweite Stufe nach drei Stunden und selbst am folgenden Tage hinaus. Was im Kaninchen in weniger als $^3/_4$ Minuten erreicht wird, konnte hier überhaupt nicht gewonnen werden. Es dauerte selbst mehr als $2^1/_2$ Stunden, ehe nur die erste Stufe in die zweite überging. Das Thier G befand sich noch nicht in dem festesten Erstarrungszustande. Ich zweifele daher nicht, dass die Ergebnisse, die es lieferte, immer noch dem möglichen Maximum beträchtlich fern liegen.

Die beiden anderen Murmelthiere E und F (Vers. XLIII und XLIV) lieferten erst dann eine dem Kaninchen vergleichbare Abdunstungsmenge der Aetherdämpfe, als sie vollständig erwacht waren. Der schlaftrunkene Zustand und das Halbwachen blieben in dieser Hinsicht immer noch beträchtlich zurück. Dieser Umstand bestätigt daher mittelbar, was das fester schlafende Thier gelehrt hat.

Betrachten wir den Hergang genauer, so dunstet während der ersten Stufe so wenig Aether in den Lungen ab, dass nur die Luft die unmittelbar mit der Athmung ausgetrieben wird, eine gewisse Menge von Aetherdämpfen führt. Der schwache, rasch vorübergehende Geruch, der Umstand, dass er im ersten Anfange und nur in einzelnen Ausathmungen vorhanden ist, in anderen dagegen mangelt oder zu mangeln scheint, lässt den Gedanken aufkommen, dass vielleicht die Ausathmungsgase zuerst nicht ganz vollständig mit Aetherdämpfen gesättigt sind. Wenn der Aethergeruch noch einige Secunden nach dem Ende der Ausathmung in der zweiten Stufe anhält, dann aber für die übrige Zeit der Ruhepause schwindet, so heisst dieses, dass sich ein Diffusionsstrom zwischen der mit Aetherdämpfen versehenen Athmungsluft und der umgebenden Athmosphäre eine nur kure Zeit einleiten kann. Die dritte Stufe charakterisirt sich durch die Continuität der Diffusionsverbreitung, bis endlich in der vierten beträchtliche Mengen von Aetherdämpfen durch die Ausathmung unmittelbar und in der übrigen Zeit auf dem Diffusionswege hervortreten. Wir können hiernach den Satz aufstellen, dass

es der feste Winterschlaf der Murmelthiere zu keinem continuirlichen Diffusionsstrome der Atherdämpfe selbst nach vielen Stunden bringt, wenn geringe Mengen von Aether, z. B. 0,5 C.C., in den Mastdarm eingeführt worden. Weniger als 10 Secunden bringen ihn aber wahrscheinlich im Kaninchen hervor.

Stellen wir uns endlich noch die seit der Einspritzung des Aethers verflossenen Zeiten, nach denen die erste zweifelhafte Spur des Aethergeruches während der Ausathmung auftrat, übersichtlich zusammen, so haben wir:

Murmelthier.	Zeit in Minuten.	Erstarrungszustand
E. (Vers. XLIV.)	12,5.	Halbwach.
F. (Vers. XLIII.)	20,5.	Sehr leiser Schlaf.
G. (Vers. XLV.)	43,0.	Ziemlich fester Schlaf.

Verhielte sich Alles wie in wachen Geschöpfen, so würde der endosmotische Uebertritt des Aethers durch die Gewebe des Mastdarmes, der Blutgefässwände und der Lungenhäute eine so kurze Zeit fordern, dass man ihn als instantan betrachten könnte. Es unterläge dann keinem Zweifel, dass der vorzugsweise von der Grösse der Kreislaufsdauer abhängige Werth, den G geliefert hat, mehrere hundert Male höher als die entsprechende Zahl im Kaninchen ausfallen würde, wenn beide sich unmittelbar auf dem Erfahrungswege vergleichen liessen.

Die rein negativen Ergebnisse, zu denen das Blutlaugensalz für das Blut (Vers. XXX. XXXI. XXXII.) und der Schwefelwasserstoff (Vers. XXXVI. XXXVII.), das Tellur (Vers. XXXVIII.), das neutrale tellurigsauere Kali (Vers. XLI.), das Selen (Vers. XXXIX. XL.) und der Stinkasand (Vers. XLII.) für die Athemluft führten, scheinen sich aus der blossen Länge der Kreislaufsdauer nicht erklären zu können. Es liegt daher die Vermuthung nahe, dass die Gewebe selbst der Durchdringung wenigstens eines Theiles jener Körper grössere Schwierigkeiten entgegensetzten. Dasselbe wird auch durch die Aether-

beobachtungen angedeutet, wenn man die grosse Menge der Athemzüge und der Herzschläge der Zwischenzeit in Betracht zieht. Am Entscheidendsten sind aber in dieser Hinsicht die Zuckerversuche. Während die Zuckerlösung des todten Kaninchens endosmotisch in 24 Stunden gänzlich eingesogen wurde, so dass die Oberfläche der Zunge nicht süss schmeckte, blieb die Solution Tage lang im Munde der fest schlafenden Murmelthiere und verrieth die ganze Zeit ihren beträchtlichen Zuckergehalt durch ihren hohen Grad von Klebrigkeit. Ihr stark süsser Geschmack lässt schliessen, dass sie mehr als 2,4% Zucker führte*).

Das Unsichere, das allen aus negativen Ergebnissen gezogenen Schlüssen anhaftet, und die Unmöglichkeit der näheren befriedigenden Prüfung auf dem so schlüpferigen Gebiete der Endosmosebeobachtungen, hindern natürlich, jenen Gedanken näher zu begründen. Nehmen wir aber vorläufig an, dass der Diffusionscoëfficient für bestimmte tropfbar flüssige Verbindungen herabgesetzt ist, so liesse sich hieraus vielleicht Manches erklären.

Einzelne Murmelthiere, die ich zu meinen Untersuchungen benutzte, assen reichliche Futtermengen nach dem Erwachen im Frühjahre, schliefen hierauf an kalten regnerischen Tagen von Neuem ein und gingen bisweilen später nach abermaligem Erwachen und erneuerter Futtereinnahme zu Grunde. Die Leichnahme zeigten die Merkmale des Inanitionstodes, so weit sie sich überhaupt nachweisen lassen. Das Gleiche wiederholt sich am Ende in hungernden wachen Geschöpfen. Hat ein Mensch oder ein Thier lange Zeit gefastet, so wird die Einnahme reichlicher Mengen von Nahrungsmitteln keine rasche Wiederherstellung, sondern eher Gefahren herbeiführen. Nur eine allmälige und vorsichtige Steigerung der Einfuhr kann das frühere Gleichgewicht wiederherstellen. Sollte dieses nicht eben mit dem durch die Beschaffenheit der Gewebe bedingte Factor der Absorptionscoëfficienten zusammenhängen?

*) Lehrbuch der Physiologie. Zweite Auflage. Bd. II. Abth. 2. S. 801.

III.

Ideen zu einer Lehre vom Zeitsinn.

Von

Joh. Czermak*).

Der Begriff der Geschwindigkeit ist bisher noch fast gar nicht in das Gebiet der physiologischen Untersuchung gezogen worden obschon es keinem Zweifel unterliegt, dass wir nicht bloss das räumliche Nebeneinander, die Grösse und die Bewegungen der Gegenstände, sondern auch den Grad der Geschwindigkeit dieser letzteren geradezu sinnlich wahrnehmen **).

Zur völlig befriedigenden Ausfüllung dieser fühlbaren Lücke in der Lehre von dem Mechanismus unseres sinnlichen Wahrnehmungsvermögens müsste jedoch die physiologische Experimental-Untersuchung über die sinnliche Wahrnehmung von Geschwindigkeiten, ganz allgemein gehalten, d. h. auf den Zeitsinn als einen neu zu definirenden „Generalsinn“ im Sinne Weber's ***) ausgedehnt werden.

---

*) Aus dem Aprilhefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

**) Vergl. Ludwig, Lehrbuch der Physiologie. Bd. I, pag. 259.

***) Vergl. E. H. Weber. »Ueber den Raumsinn« in den Berichten der königl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. 1852, pag. 85—87.

Dauer der Nachwirkung von Tasteindrücken, an die Savart'schen Zahnräder zur Hervorbringung von Tönen, u. s. w. *).

Die „Nachwirkungen", welche bei dieser Auffassung in einem neuen Lichte erscheinen, spielen unter den physiologischen Bedingungen des Zeitsinnes eine ähnliche Rolle, wie, unter jenen des Raumsinnes, die sogenannten physikalischen Zerstreuungskreise an den Bildern auf Netzhaut und Haut **).

Wie sich jedoch nicht alle Abstufungen der Feinheit des Raumsinnes aus den physikalischen Zerstreuungskreisen erklären lassen, ebenso wenig dürften auch die muthmasslichen Verschiedenheiten der Feinheitsgrade des Zeitsinnes einfach nur auf die „Nachwirkungen" zurückzuführen sein.

In dieser Beziehung wäre es von besonderer Wichtigkeit zu ermitteln, ob nicht etwa dasselbe objective Zeitintervall, durch verschiedene Organe zur Wahrnehmung gebracht, verschieden lang erscheine, und wie gross die Differenzen objectiver Zeitintervalle sein müssen, wenn diese lezteren als verschieden erkannt werden sollen, wobei die absoluten und relativen Grössen dieser Differenzen zu berücksichtigen ***), und die einzelnen Organe hinsichtlich ihres Auffassungsvermögens für dieselben objectiven Verhältnisse zu vergleichen wären.

3. Die Unterscheidung der Länge der Zeitintervalle führt uns auf den allgemeinen Begriff der Geschwindigkeit und auf den speciellen Fall der Geschwindigkeit von Bewegungen im Raume, von welchem ich bei der Entwickelung dieser Gedankenreihe ausgegangen war.

Die Geschwindigkeit einer gleichförmigen Bewegung, v, lässt sich bekanntlich durch den Quotient, den der Zahlenwerth des

---

*) Dass der Zeitsinn verschiedene Feinheitsgrade besitzen kann, beweist schon die verschiedene Befähigung der einzelnen Individuen hinsichtlich des Tacthaltens in der Musik.

**) Czermak a. a. O., pag. 191. — Weber, Müller's Archiv, 1835, S. 156.

***) Weber, Müller's Archiv, 1835, S. 158.

Weges r, durch jenen der zugehörigen Zeit t getheilt, giebt, $v=\frac{r}{t}$ ausdrücken und messen.

Es entsteht nun die Frage, ob diese Formel für den Mechanismus der sinnlichen Wahrnehmung von Bewegungs-Geschwindigkeiten (welche von der Wahrnehmung durch Reflexion wohl zu unterscheiden ist) in der Art Geltung hat, dass uns eine Geschwindigkeit caeteris paribus um so grösser erscheinen wird, je grösser der zurückgelegte Theil unseres subjectiven Raumbildes ist, d. h. je mehr Raumeinheiten oder „Empfindungskreise" successive erregt wurden, dass also die Seele behufs der Wahrnehmung und Unterscheidung von Geschwindigkeiten entweder die in der Zeiteinheit zurückgelegten Wege durch den Raumsinn, oder die für die Raumeinheit benöthigten Zeiten durch den Zeitsinn vergleicht; oder ob nicht etwa die verschiedene Schnelligkeit der successiven Reizung und die Zahl der innerhalb einer gegebenen Zeit gereizten sensiblen Punkte einen besonderen, intensiven Erregungszustand setzt, welcher die Seele unmittelbar zur Vorstellung einer bestimmten Geschwindigkeit nöthigt?

Ehe an die Möglichkeit einer Entscheidung dieser schwierigen und interessanten Frage gedacht werden kann, wird man zunächst genauere Thatsachen über die wenig gekannten Wahrnehmungen von Geschwindigkeiten räumlicher Bewegungen sammeln müssen; denn die bekannte Beobachtung, dass wir uns die wahrgenommene Geschwindigkeit einer und derselben objectiven Bewegung durch optische oder perspectivische Vergrösserung oder Verkleinerung des durchlaufenen Raumes beschleunigen oder verzögern können, betrifft eben nur eine sogenannte Sinnestäuschung, die insofern keine Beziehung zu unserer Frage hat, als in diesen Fällen die Geschwindigkeit des bewegten Netzhautbildchens, welches ja das eigentliche Sehobject ist, in der That nicht dieselbe bleibt.

Ich würde folgende, mitunter sehr delicate Versuchsreihen vorschlagen, welche, wenn auch nicht die Entscheidung jener Frage, so doch ganz neue einschlägige Thatsachen liefern müssen.

a) Es wäre für jede einzelne der mit einem verschiedenen Feinheitsgrade des Raumsinnes begabten Regionen unserer Sinnesorgane*) zu ermitteln, wie gross und wie klein die Geschwindigkeit einer Bewegung im Raume sein darf, um überhaupt noch als solche wahrgenommen zu werden (der langsam schleichende Stundenzeiger einer Uhr scheint uns ganz still zu stehen); ferner

b) wie gross die Differenz zwischen den Geschwindigkeiten zweier Bewegungen im Raume sein müsse, damit diese noch unterschieden werden können, wobei, wie oben, die absoluten sowohl, als relativen Werthe dieser Differenzen zu berücksichtigen sind.

c) Da wir bekanntlich die scheinbare Grösse eines gesehenen Raumes, trotzdem dass sein Bild immer dieselbe Ausdehnung auf der Retina behält, durch Veränderung des Convergenzwinkels der Augenaxen ansehnlich verändern, vergrössern und verkleinern können, so wäre es von Wichtigkeit zu untersuchen, ob sich die Geschwindigkeit einer gesehenen Bewegung durch Veränderung des Convergenzwinkels der Augenaxen subjectiv vergrössern und verkleinern lasse, ohne dass sich dabei die objectiven Verhältnisse ändern.

d) Endlich wäre festzustellen, wie uns die Geschwindigkeit einer gesehenen oder gefühlten Bewegung erscheint, wenn wir sie auf Regionen der Retina oder der Haut wahrnehmen, die verschiedene Feinheitsgrade des Raumsinnes besitzen.

Sollte die obige Formel $v=\frac{r}{t}$ auch in subjectiver Hinsicht volle Geltung haben, so müsste uns offenbar dieselbe objective Bewegung, je nachdem wir sie im directen oder indirecten Sehen, durch die Haut der Fingerspitzen oder durch die Haut des Rückens wahrnehmen, schneller oder langsamer erscheinen (wird z. B. der Secundenzeiger einer Taschenuhr bald im directen, bald im indirecten Sehen betrachtet, so erscheint mir und den meisten, die ich zur Wiederholung dieses Versuches aufforderte, die Bewegung des Zeigers im

*) Prof. Ludwig hat mich auf einige einschlägige Sehversuche älteren Datums aufmerksam gemacht, welche in Valentin's Physiologie, Bd. II, S. 184, zusammengestellt sind.

ersten Falle rascher, im zweiten träger, was namentlich beim Uebergang vom indirecten zum directen Sehen frappirt, ohne dass man jedoch genau angeben könnte, wie dieser Unterschied zu Stande kommt und ob dabei jene Formel $v=\frac{r}{t}$ eine wesentliche Rolle spiele); ferner müssten uns Bewegungen von verschiedener Geschwindigkeit auf stumpferen und feineren Stellen der Organe des Raumsinnes gleich schnell erscheinen, wenn sich ihre Geschwindigkeiten umgekehrt wie die subjectiv wahrgenommenen durchlaufenen Wege verhielten u. s. w.

Es ist jedoch fraglich, ob wir überhaupt so scharf unterscheiden. dass diese Versuche möglich sind.

Uebrigens wäre zur Anstellung solcher Versuche ein besonderer Apparat nothwendig, welcher mit beliebig veränderlicher Geschwindigkeit Linien von verschiedener Länge auf die Haut zeichnete. Schon im vorigen Sommer, den ich in Wien zubrachte, hatte ich mir einen passenden Mechanismus zu diesem Zwecke ersonnen, doch brachte der Mechaniker leider nur ein verunglücktes Modell zu Stande und so unterblieb die beabsichtigte Ausführung der Versuche. Meine kurz darauf erfolgte Uebersetzung nach Krakau hat mir die Möglichkeit zu diesen ausgedehnten Untersuchungen vollends geraubt, weshalb ich mich vorläufig begnügen muss, mir die Priorität des Gedankens zu wahren und gleichsam nur den Samen zu säen, damit er wenigstens in fremdem Boden aufgehen und Früchte bringen könne, falls ich selbst noch längere Zeit nicht in der Lage sein sollte, das abgesteckte neue Feld zu bebauen.

Als classisches Vorbild einer solchen Experimental-Untersuchung würde ich E. H. Weber's allbekannte und anerkannte Untersuchungen über den Raumsinn... etc. bezeichnen, und hätte auch schon längst die Absicht, den Zeitsinn in ähnlicher Weise physiologisch zu bearbeiten, wie Weber den Raumsinn, auszuführen versucht, wenn ich nicht durch mancherlei ungünstige äussere Umstände daran verhindert worden wäre und noch verhindert würde.

Wenn ich mir nun nichtsdestoweniger erlaube, die vorliegenden Andeutungen zu veröffentlichen, so finde ich dafür nur darin eine Entschuldigung, dass die mitzutheilenden Gedanken, Versuche und Vorschläge zu Versuchen, so fragmentarisch dieselben auch sind, wohl im Stande sein dürften, andere Fachgenossen zur Untersuchung des anziehenden, bisher ausschliesslich von Philosophen und Psychologen berührten Gegenstandes anzuregen.

Es handelt sich hier natürlich nicht um die metaphysische oder psychologische Erklärung der Fähigkeit, Zeitvorstellungen überhaupt zu bilden, sondern einfach um die physiologischen Bedingungen der Wahrnehmungen objectiver Zeitverhältnisse, und nur missverständlich könnten bei dieser Gelegenheit Grenzstreitigkeiten zwischen der Psychologie und der Physiologie entstehen!

1. Wie sich der Raumsinn dadurch bethätigt, dass wir gezwungen sind, gewisse Sinneseindrücke räumlich gesondert vorzustellen, so bethätigt sich der Zeitsinn dadurch, dass wir unsere Empfindungen auch zeitlich aus einander zu halten vermögen.

Während aber bekanntlich nur einige Sinne die Fähigkeit haben, räumliche Anschauungen zwingend zu veranlassen, dürfte die Auffassung der zeitlichen Verhältnisse der Eindrücke im Allgemeinen wohl durch alle Empfindungsorgane vermittelt werden können.

Der Zeitsinn scheint also eine viel grössere Verbreitung zu haben als der Raumsinn, und daher mit doppeltem Rechte die Bezeichnung eines „Generalsinnes" zu verdienen.

2. E. H. Weber hat durch genaue Messungen nachgewiesen, dass in den verschiedenen, mit Raumsinn begabten Organen, ja selbst in den verschiedenen Regionen derselben Organe, die Schärfe oder

die Feinheit, mit welcher Eindrücke räumlich gesondert werden können, sehr verschieden sei, das diese Feinheit des Raumsinnes überall eine bestimmte untere Grenze habe, d. h. endlich (und nicht wie die abstracte Raumvorstellung unendlich) sei, ferner dass dieselbe objective Raumgrösse, z. B. die Distanz zweier Punkte, dem stumpferen Organe gar nicht oder kleiner, dem schärferen aber grösser erscheine, u. dgl. m.

In allen diesen Beziehungen wäre nun auch der Zeitsinn zu untersuchen.

Aehnlich wie der Grad der Feinheit des Raumsinnes durch die kleinste noch wahrnehmbare Distanz zweier gleichzeitiger und ungleichzeitiger Eindrücke gemessen wird *), würde der Grad der Feinheit des Zeitsinnes in dem kleinsten noch wahrnehmbaren Zeitintervall zwischen zwei auf denselben Punkt und auf räumlich verschiedene Punkte eines Empfindungsorgans gemachte Eindrücke einen exacten Ausdruck finden.

Zur Ausführung solcher Versuche wäre nur die Herstellung eines einfachen Instrumentes nothwendig, durch welches man mit bekannter beliebig veränderlicher Geschwindigkeit eine Reihe von Eindrücken auf die Empfindungsorgane hervorbringen könnte.

Dass sich auf diese Weise in verschiedenen Organen in der That verschiedene Grenzen und Abstufungen der Feinheit des Wahrnehmungsvermögens für Zeitintervalle werden nachweisen lassen, unterliegt wohl kaum einem Zweifel, denn erstens hat diese Vermuthung die Analogie der überraschenden Verhältnisse des Raumsinnes für sich, und zweitens lehrt die Erfahrung, dass die Schnelligkeit der Succession von Impulsen bestimmte Maxima nicht überschreiten darf, wenn die einzelnen Eindrücke noch zeitlich unterschieden werden, und nicht verschmelzend, in eine einzige Empfindung von anderer, oft specifisch verschiedener Qualität umschlagen sollen. Ich erinnere an die Versuche Valentin's über die

*) Czermak: Zur Lehre vom Raumsinn, in Moleschott's Untersuchungen zur Nat. d. M. u. d. Th. Band I, Heft 2, pag. 195.

Dauer der Nachwirkung von Tasteindrücken, an die Savart'schen Zahnräder zur Hervorbringung von Tönen, u. s. w. *).

Die „Nachwirkungen", welche bei dieser Auffassung in einem neuen Lichte erscheinen, spielen unter den physiologischen Bedingungen des Zeitsinnes eine ähnliche Rolle, wie, unter jenen des Raumsinnes, die sogenannten physikalischen Zerstreuungskreise an den Bildern auf Netzhaut und Haut **).

Wie sich jedoch nicht alle Abstufungen der Feinheit des Raumsinnes aus den physikalischen Zerstreuungskreisen erklären lassen, ebenso wenig dürften auch die muthmasslichen Verschiedenheiten der Feinheitsgrade des Zeitsinnes einfach nur auf die „Nachwirkungen" zurückzuführen sein.

In dieser Beziehung wäre es von besonderer Wichtigkeit zu ermitteln, ob nicht etwa dasselbe objective Zeitintervall, durch verschiedene Organe zur Wahrnehmung gebracht, verschieden lang erscheine, und wie gross die Differenzen objectiver Zeitintervalle sein müssen, wenn diese lezteren als verschieden erkannt werden sollen, wobei die absoluten und relativen Grössen dieser Differenzen zu berücksichtigen ***), und die einzelnen Organe hinsichtlich ihres Auffassungsvermögens für dieselben objectiven Verhältnisse zu vergleichen wären.

3. Die Unterscheidung der Länge der Zeitintervalle führt uns auf den allgemeinen Begriff der Geschwindigkeit und auf den speciellen Fall der Geschwindigkeit von Bewegungen im Raume, von welchem ich bei der Entwickelung dieser Gedankenreihe ausgegangen war.

Die Geschwindigkeit einer gleichförmigen Bewegung, v, lässt sich bekanntlich durch den Quotient, den der Zahlenwerth des

---

*) Dass der Zeitsinn verschiedene Feinheitsgrade besitzen kann, beweist schon die verschiedene Befähigung der einzelnen Individuen hinsichtlich des Tacthaltens in der Musik.

**) Czermak a. a. O., pag. 191. — Weber, Müller's Archiv, 1835, S. 156.

***) Weber, Müller's Archiv, 1835, S. 158.

Weges r, durch jenen der zugehörigen Zeit t getheilt, giebt, $v = \frac{r}{t}$ ausdrücken und messen.

Es entsteht nun die Frage, ob diese Formel für den Mechanismus der sinnlichen Wahrnehmung von Bewegungs-Geschwindigkeiten (welche von der Wahrnehmung durch Reflexion wohl zu unterscheiden ist) in der Art Geltung hat, dass uns eine Geschwindigkeit caeteris paribus um so grösser erscheinen wird, je grösser der zurückgelegte Theil unseres subjectiven Raumbildes ist, d. h. je mehr Raumeinheiten oder „Empfindungskreise" successive erregt wurden, dass also die Seele behufs der Wahrnehmung und Unterscheidung von Geschwindigkeiten entweder die in der Zeiteinheit zurückgelegten Wege durch den Raumsinn, oder die für die Raumeinheit benöthigten Zeiten durch den Zeitsinn vergleicht; oder ob nicht etwa die verschiedene Schnelligkeit der successiven Reizung und die Zahl der innerhalb einer gegebenen Zeit gereizten sensiblen Punkte einen besonderen, intensiven Erregungszustand setzt, welcher die Seele unmittelbar zur Vorstellung einer bestimmten Geschwindigkeit nöthigt?

Ehe an die Möglichkeit einer Entscheidung dieser schwierigen und interessanten Frage gedacht werden kann, wird man zunächst genauere Thatsachen über die wenig gekannten Wahrnehmungen von Geschwindigkeiten räumlicher Bewegungen sammeln müssen; denn die bekannte Beobachtung, dass wir uns die wahrgenommene Geschwindigkeit einer und derselben objectiven Bewegung durch optische oder perspectivische Vergrösserung oder Verkleinerung des durchlaufenen Raumes beschleunigen oder verzögern können, betrifft eben nur eine sogenannte Sinnestäuschung, die insofern keine Beziehung zu unserer Frage hat, als in diesen Fällen die Geschwindigkeit des bewegten Netzhautbildchens, welches ja das eigentliche Sehobject ist, in der That nicht dieselbe bleibt.

Ich würde folgende, mitunter sehr delicate Versuchsreihen vorschlagen, welche, wenn auch nicht die Entscheidung jener Frage, so doch ganz neue einschlägige Thatsachen liefern müssen.

a) Es wäre für jede einzelne der mit einem verschiedenen Feinheitsgrade des Raumsinnes begabten Regionen unserer Sinnesorgane*) zu ermitteln, wie gross und wie klein die Geschwindigkeit einer Bewegung im Raume sein darf, um überhaupt noch als solche wahrgenommen zu werden (der langsam schleichende Stundenzeiger einer Uhr scheint uns ganz still zu stehen); ferner

b) wie gross die Differenz zwischen den Geschwindigkeiten zweier Bewegungen im Raume sein müsse, damit diese noch unterschieden werden können, wobei, wie oben, die absoluten sowohl, als relativen Werthe dieser Differenzen zu berücksichtigen sind.

c) Da wir bekanntlich die scheinbare Grösse eines gesehenen Raumes, trotzdem dass sein Bild immer dieselbe Ausdehnung auf der Retina behält, durch Veränderung des Convergenzwinkels der Augenaxen ansehnlich verändern, vergrössern und verkleinern können, so wäre es von Wichtigkeit zu untersuchen, ob sich die Geschwindigkeit einer gesehenen Bewegung durch Veränderung des Convergenzwinkels der Augenaxen subjectiv vergrössern und verkleinern lasse, ohne dass sich dabei die objectiven Verhältnisse ändern.

d) Endlich wäre festzustellen, wie uns die Geschwindigkeit einer gesehenen oder gefühlten Bewegung erscheint, wenn wir sie auf Regionen der Retina oder der Haut wahrnehmen, die verschiedene Feinheitsgrade des Raumsinnes besitzen.

Sollte die obige Formel $v=\frac{r}{t}$ auch in subjectiver Hinsicht volle Geltung haben, so müsste uns offenbar dieselbe objective Bewegung, je nachdem wir sie im directen oder indirecten Sehen, durch die Haut der Fingerspitzen oder durch die Haut des Rückens wahrnehmen, schneller oder langsamer erscheinen (wird z. B. der Secundenzeiger einer Taschenuhr bald im directen, bald im indirecten Sehen betrachtet, so erscheint mir und den meisten, die ich zur Wiederholung dieses Versuches aufforderte, die Bewegung des Zeigers im

*) Prof. Ludwig hat mich auf einige einschlägige Sehversuche älteren Datums aufmerksam gemacht, welche in Valentin's Physiologie, Bd. II, S. 184, zusammengestellt sind.

ersten Falle rascher, im zweiten träger, was namentlich beim Uebergang vom indirecten zum directen Sehen frappirt, ohne dass man jedoch genau angeben könnte, wie dieser Unterschied zu Stande kommt und ob dabei jene Formel $v=\frac{r}{t}$ eine wesentliche Rolle spiele); ferner müssten uns Bewegungen von verschiedener Geschwindigkeit auf stumpferen und feineren Stellen der Organe des Raumsinnes gleich schnell erscheinen, wenn sich ihre Geschwindigkeiten umgekehrt wie die subjectiv wahrgenommenen durchlaufenen Wege verhielten u. s. w.

Es ist jedoch fraglich, ob wir überhaupt so scharf unterscheiden. dass diese Versuche möglich sind.

Uebrigens wäre zur Anstellung solcher Versuche ein besonderer Apparat nothwendig, welcher mit beliebig veränderlicher Geschwindigkeit Linien von verschiedener Länge auf die Haut zeichnete. Schon im vorigen Sommer, den ich in Wien zubrachte, hatte ich mir einen passenden Mechanismus zu diesem Zwecke ersonnen, doch brachte der Mechaniker leider nur ein verunglücktes Modell zu Stande und so unterblieb die beabsichtigte Ausführung der Versuche. Meine kurz darauf erfolgte Uebersetzung nach Krakau hat mir die Möglichkeit zu diesen ausgedehnten Untersuchungen vollends geraubt, weshalb ich mich vorläufig begnügen muss, mir die Priorität des Gedankens zu wahren und gleichsam nur den Samen zu säen, damit er wenigstens in fremdem Boden aufgehen und Früchte bringen könne, falls ich selbst noch längere Zeit nicht in der Lage sein sollte, das abgesteckte neue Feld zu bebauen.

IV.

Beiträge zur Kenntniss der Beihülfe der Nerven zur Speichelsecretion.

Von

Johann Czermak *)

(Mit 1 Tafel.)

Prof. Ludwig, der bekanntlich vor einigen Jahren die directe Beihülfe gewisser Hirnnerven zur Speichelsecretion entdeckte**), hat im vorigen Sommer gefunden, dass auch die Reizung des sympathischen Astes der Gl. submaxillaris, ja des Halstheiles des Sympathicus selbst die Speichelsecretion einleiten könne.

Ohne von dieser letzteren Thatsache etwas zu wissen, habe ich im Jänner l. J. unabhängig von Ludwig durch 9 Versuchsreihen an Hunden, die ich mit meinem Assistenten Dr. G. v. Piotrowski in dem unter meiner Leitung stehenden physiologischen Institute der k. k. Jagell. Universität zu Krakau anstellte, den Einfluss der Reizung des Sympathicus am Halse auf die Speichelsecretion constatirt, aber die merkwürdige Wahrnehmung gemacht, dass die Reizung dieses Nervenstammes unter gewissen Umständen auch hemmend auf den mächtigen Speichelstrom einwirken könne, der bekanntlich bei

---

*) Aus dem Junihefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

**) Ludwig in der Mitth. der Zürich. naturf. Gesellsch. 1851.

der Erregung des Drüsenastes vom N. lingualis, aus der Gl. submaxillaris hervorquillt.

Eine kurze Notiz über meinen unerwarteten Fund habe ich bei der kais. Akademie der Wissenschaften in einem versiegelten Schreiben, welches Prof. Brücke am 5. Februar l. J. zu überreichen so gütig war, hinterlegt.

Jetzt stehe ich nicht mehr an, die vorläufigen Resultate meiner Untersuchungen zu veröffentlichen, da ich während meines letzten Aufenthaltes in Wien (Ostern 1857) im Laboratorium der k. k. Josephs-Akademie gemeinschaftlich mit Prof. Ludwig und vor Kurzem auch wieder im Krakauer Institute mit Dr. von Piotrowski eine neue Reihe von einschlägigen Versuchen angestellt habe, die zwar noch lange nicht als abgeschlossen zu betrachten sind und mich deshalb auch noch fortwährend beschäftigen, die aber doch schon keinen Zweifel mehr übrig lassen, dass die aus irgend einem Grunde im Gange befindliche Speichelsecretion aus der Gl. submaxillaris beim Hunde durch elektrische Reizung des Halstheiles des Sympathicus unter gewissen Umständen in kurzer Zeit auffallend verlangsamt, ja selbst gänzlich zum Stehen gebracht werden könne.

Hinsichtlich der Ausführung meiner letzten Versuche will ich Folgendes bemerken:

In den Ausführungsgang der Gl. submaxillaris wird ein kleines Röhrchen eingebunden, an welches eine längere graduirte Glasröhre von der Dicke eines Gänsekieles leicht angesteckt werden kann.

An der Eintheilung dieser in fast horizontaler Richtung fixirten Steigröhre kann man den jeweiligen Stand der Speichelsäule genau ablesen. Ist die Steigröhre voll, so wird sie entfernt, entleert, und wieder angesteckt.

Die Reizung der Nerven geschieht auf elektrischem Wege vermittelst zweier von derselben Säule getriebener*) Du Bois'scher

*) Es versteht sich von selbst, dass nur einer der Unterbrecher in Thätigkeit belassen, der andere durch Herabdrehen der Stellschraube festgestellt wird.

Inductionsapparate, von denen der eine nur mit dem Drüsenaste des N. lingualis, der andere nur mit dem Halstheile des Sympathicus durch seinen Reizträger in Berührung ist.

Als Reizträger empfehlen sich hier (wie überall, wo es sich um eine möglichst isolirte elektrische Reizung lebender Nerven handelt) jene einfachen Apparate, welche neuerlich in Ludwig's Laboratorium gebraucht werden.

Sie bestehen aus zwei Platindrähten, die auf einer biegsamen, nicht leitenden, bandartigen Unterlage befestigt, bequem durch angelöthete durchbohrte Kupfercylinder mit den Leitungsdrähten des Inductionsapparates in Verbindung zu setzen sind. Sie haben den grossen Vortheil, dass sie leicht unter dem eine kurze Strecke weit frei präparirten Nerven durchgesteckt, dann umgebogen und sammt dem von ihnen umgriffenen Nerven in die Tiefe der Wunde, welche man schliesslich zunäht, zurückgeschoben werden können, so dass die Nerven, vor schädlichen äusseren Einflüssen geschützt, unter möglichst günstigen Bedingungen sich befinden, stundenlang ihre Erregbarkeit bewahren und unverrückt in der Oese zwischen den Platindrähten ruhen.

Behufs der raschen beliebigen Unterbrechung der Wirkung der Inductionsapparate habe ich nach Pflüger's Vorgang Nebenschliessungen aus dickem Kupferdrath angebracht.

Die mit Glaspapier blank geriebenen Köpfe der Schrauben, welche die Leitungsdrähte an die Inductionsrolle befestigen, steckten nämlich in durchbohrten Korken und bildeten so den Boden kleiner mit Hg. gefüllter Näpfchen, die dann nach Belieben durch einen kurzen dicken Kupferdraht leitend verbunden werden konnten.

Ich habe mich überzeugt, dass wenn die Enden des als Nebenschliessung gebrauchten Kupferdrathes in die Quecksilbernäpfchen tauchen, auch der empfindlichste Froschschenkel keine Spur von Wirkung in dem Kreise der Leitungsdrähte anzeigt, während dieselbe sofort in beliebiger Stärke eintritt, sobald man den Kupferdraht aus den Quecksilbernäpfchen heraushebt.

Auf diese Art konnte ich überaus bequem, sicher und schnell bald beide Nerven zugleich, bald den einen oder den anderen für sich allein in Erregung versetzen oder alle Reizung unterbrechen, ohne irgend eine Störung der Thätigkeit der Säule und der Inductionsapparate, und ohne unipolare Wirkungen befürchten zu müssen. Je nach der Stellung der beiden Inductionsrollen auf den Du Bois'schen Schlitten konnten die beiden Nerven nach Belieben mit gleicher oder verschiedener Intensität erregt werden. Es versteht sich, dass die Wirkungen der Apparate bei gleicher und bei verschiedener Stellung der Inductionsrollen vorher mit einander verglichen werden müssen.

Ist alles in der angegebenen Weise vorgerichtet, so kann man zu den Versuchen selbst schreiten, und einem Gehülfen, der die absolute Zeit notirt, die gewählte Anordnung der Erregung und den jeweiligen Stand der Speichelsäule dictiren.

Herr Dr. v. Piotrowski, der ein geübter Stenograph ist, hat mir bei diesen Versuchen durch seine Geschicklichkeit und Gewissenhaftigkeit im Notiren die wesentlichsten Dienste geleistet.

Indem ich zur Mittheilung der Resultate meiner Untersuchungen übergehe, muss ich jedoch nochmals hervorheben, dass ich nur die letzten Versuchsreihen in der skizzirten exacten Weise ausgeführt habe, indem sich die Methode erst mit der öfteren Wiederholung der Experimente so weit vervollkommnete.

1. Durch Reizung des N. Sympathicus am Halse, mag derselbe undurchschnitten sein oder nach der Durchschneidung sein Kopfende gereizt werden, ist es möglich, die Speichelsecretion aus der Gl. submaxillaris einzuleiten.

In weitaus den meisten Fällen ist das Steigen der Speichelsäule nur unbedeutend und hört dann auch fast immer schon nach sehr kurzer Zeit, trotz fortdauernder Reizung, gänzlich oder fast gänzlich auf, beginnt aber manchmal nach Unterbrechung der Reizung von selbst wieder.

Nur bei einem einzigen Hunde veranlasste die Reizung des Sympathicus wiederholt ein sehr beträchtliches continuirliches Steigen

der Speichelsäule, ähnlich wie die Reizung des Drüsenastes vom N. lingualis.

Spätere Versuche werden die Bedingungen, unter welchen solche scheinbare Ausnahmsfälle eintreten, zu ermitteln haben.

Bei der Reizung des Sympathicus erweitert sich zugleich, bekanntlich, die Pupille, und es gehen beide Erscheinungen (Pupillenerweiterung und Speichelsecretion) meist Hand in Hand, doch habe ich mich überzeugt, dass zuweilen die eine ohne die andere auftritt.

2. Durch Reizung des Drüsenastes vom N. lingualis wird nach Ludwig's glänzender Entdeckung eine in der Regel überaus copiöse Speichelabsonderung eingeleitet und die Flüssigkeit schreitet sehr rasch und continuirlich in der graduirten Steigröhre fort, doch steigt die Speichelsäule nicht immer mit gleichförmiger Geschwindigkeit, sondern erfährt zuweilen eine beträchtliche Verlangsamung oder Beschleunigung ihrer Bewegung, was sich unmittelbar aus der Betrachtung einiger schon von Ludwig mitgetheilten Curven ergiebt.

Ludwig schob diese Unregelmässigkeiten auf die Mangelhaftigkeit seiner damaligen Reizungsmethode. Meine weiter unten mitgetheilten Erfahrungen scheinen jedoch ein ganz anderes Licht auf diese Erscheinung zu werfen; namentlich da sich in jenem Drüsenaste von Lingualis auch sympathische Fäden, und in der Drüse selbst Ganglienkugeln finden.

In seltenen Fällen erscheint die Speichelsecretion bei Reizung des Drüsenastes vom N. lingualis auffallend gering, oder bleibt auch völlig aus.

Ein solcher Fall war es, der mich zur Entdeckung der „Hemmungserscheinungen" bei Reizung des Sympathicus führte.

Ich hatte am 23. Jänner laufenden Jahres die gewöhnlichen Vorbereitungen zu den Versuchen über Speichelsecretion getroffen, hatte aber den Versuch mit der Reizung des Sympathicus, statt wie sonst mit der des Drüsenastes vom N. lingualis, begonnen und sah nun zu meinem grossen Erstaunen, dass auf Reizung des Drüsenastes vom N. lingualis, welche unmittelbar nach Unterbrechung der Sympathicus-Reizung eingeleitet wurde, das Steigen der im Anfangstheile der graduirten Röhre stockenden Speichelsäule gänzlich ausblieb.

Ich reizte dann den Sympathicus und den Drüsenast vom Lingualis wiederholt nach einander, doch ohne Erfolg, d. h. ohne ein Steigen der Speichelsäule zu erzielen. Missmuthig über dieses scheinbare Misslingen des Versuches gab ich seine Fortsetzung, etwas übereilt, auf und verzeichnete denselben mit wenigen Worten als misslungen in meinem Tagebuche. Später jedoch überlegte ich mir die Sache genauer und kam sofort auf den Gedanken, ob nicht etwa die wahrgenommene Hemmung der Speichelsecretion einer durch die vorangegangene ausgiebige Reizung des Sympathicus bewirkten Veränderung des Kreislaufs, der Gefässe oder irgend welcher Drüsen- oder Nervenelemente zuzuschreiben sei?

Ein zweiter in derselben Weise angestellter Versuch schien den in mir aufgestiegenen Verdacht zu rechtfertigen.

Weitere Versuche widersprachen zwar meiner ursprünglichen Vermuthung, allein die Unmöglichkeit einer irgendwie hemmenden Wirkung des Sympathicus auf die Speichelsecretion war damit noch nicht bewiesen.

Ich bin jetzt sehr zufrieden, dass ich mich durch diese negativen Erfahrungen nicht gleich von der Verfolgung des einmal gefassten Gedankens habe abschrecken lassen, da an meiner ersten Vermuthung immerhin etwas Wahres bleibt und die Experimentalphysiologie durch die sogleich mitzutheilenden Resultate meiner späteren Versuche um eine sehr merkwürdige Thatsache bereichert wird.

3. Ich setzte meine Untersuchung, nachdem sie einmal aus dem Stadium der beiläufigen Vorversuche herausgetreten war, in der Absicht fort, zunächst zu ermitteln, wie sich das Steigen der Speichelsäule verhalte, während der Sympathicus und der Drüsenast vom Lingualis zu gleicher Zeit gereizt werden.

In dieser Beziehung hat sich bei dem vorletzten und letzten Hunde, von denen der erstere nur auf einer, der letztere aber auf beiden Seiten operirt worden war, aus 18 hinter einander angestellten Versuchen mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit ergeben, dass die Speichelsäule gleich beim Beginn der Reizung beider undurchschnittener, in ihren natürlichen Verbindungen belassenen Ner-

vom (der Sympathicus wurde stets durch etwas stärkere elektrische Ströme erregt als der Drüsenast des Lingualis), oder doch bald nach dem Beginne der Reizung, mit sehr grosser, beschleunigter Geschwindigkeit zu steigen begann, aber schon nach 15—30 Sec. eine sehr auffallende, rasch wachsende Verzögerung ihrer Bewegung erfuhr und endlich in mehreren Fällen in gänzlichen Stillstand gerieth, während sie bei alleiniger Reizung des Drüsenastes vom Lingualis viel längere Zeit in mehr oder weniger gleichmässigem raschen Steigen verblieben wäre. (Vgl. Fig. 1 und 5 mit den übrigen.) Wurde dann die Reizung beider Nerven unterbrochen, so stellte sich als Nachwirkung (durch Reflex?) ein ganz allmäliges Steigen der Speichelsäule ein.

Wurde nur die Reizung des Sympathicus unterbrochen, so ergab die fortgesetzte Reizung des Drüsenastes des Lingualis meist eine verhältnissmässig sehr geringe Wirkung, ja in einem Falle, wo in Folge der Erregung beider Nerven nach der anfänglichen Beschleunigung des Steigens der Speichelsäule endlich völliger Stillstand derselben eingetreten war, blieb die Speichelsäule sogar während einer über eine halbe Minute andauernden Reizung des Drüsenastes vom Lingualis unverrückt stehen. (Siehe Fig. 2.) Dieser Fall dürfte beitragen, jenen oben erwähnten, scheinbar misslungenen Versuch, der mich zu den vorliegenden Untersuchungen veranlasste, zu erklären.

Die Wirkung der nach Unterbrechung der Reizung des Drüsenastes vom Lingualis fortgesetzten Sympathicus-Reizung ersieht man aus Fig 2. In ähnlicher hemmender Weise wirkt die Sympathicus-Reizung auch auf den Speichelstrom, der in Folge einer Nachwirkung einer früheren Erregung aus der Drüse hervorquillt. (Vgl. Fig. 3.)

Nach meiner unmassgeblichen Auffassung nun dürfte, wie gesagt, in den von mir aufgefundenen Thatsachen eine neue Art von „Hemmungserscheinung“ vorliegen, welche unverkennbar eine gewisse Analogie hat mit der von Ed. Weber und J. Budge entdeckten Hemmung der Herzthätigkeit durch Reizung der Vagi, sowie

der Erregung des Drüsenastes vom N. lingualis, aus der Gl. submaxillaris hervorquillt.

Eine kurze Notiz über meinen unerwarteten Fund habe ich bei der kais. Akademie der Wissenschaften in einem versiegelten Schreiben, welches Prof. Brücke am 5. Februar l. J. zu überreichen so gütig war, hinterlegt.

Jetzt stehe ich nicht mehr an, die vorläufigen Resultate meiner Untersuchungen zu veröffentlichen, da ich während meines letzten Aufenthaltes in Wien (Ostern 1857) im Laboratorium der k. k. Josephs-Akademie gemeinschaftlich mit Prof. Ludwig und vor Kurzem auch wieder im Krakauer Institute mit Dr. von Piotrowski eine neue Reihe von einschlägigen Versuchen angestellt habe, die zwar noch lange nicht als abgeschlossen zu betrachten sind und mich deshalb auch noch fortwährend beschäftigen, die aber doch schon keinen Zweifel mehr übrig lassen, dass die aus irgend einem Grunde im Gange befindliche Speichelsecretion aus der Gl. submaxillaris beim Hunde durch elektrische Reizung des Halstheiles des Sympathicus unter gewissen Umständen in kurzer Zeit auffallend verlangsamt, ja selbst gänzlich zum Stehen gebracht werden könne.

Hinsichtlich der Ausführung meiner letzten Versuche will ich Folgendes bemerken:

In den Ausführungsgang der Gl. submaxillaris wird ein kleines Röhrchen eingebunden, an welches eine längere graduirte Glasröhre von der Dicke eines Gänsekieles leicht angesteckt werden kann.

An der Eintheilung dieser in fast horizontaler Richtung fixirten Steigröhre kann man den jeweiligen Stand der Speichelsäule genau ablesen. Ist die Steigröhre voll, so wird sie entfernt, entleert, und wieder angesteckt.

Die Reizung der Nerven geschieht auf elektrischem Wege vermittelst zweier von derselben Säule getriebener*) Du Bois'scher

*) Es versteht sich von selbst, dass nur einer der Unterbrecher in Thätigkeit belassen, der andere durch Herabdrehen der Stellschraube festgestellt wird.

Inductionsapparate, von denen der eine nur mit dem Drüsenaste des N. lingualis, der andere nur mit dem Halstheile des Sympathicus durch seinen Reizträger in Berührung ist.

Als Reizträger empfehlen sich hier (wie überall, wo es sich um eine möglichst isolirte elektrische Reizung lebender Nerven handelt) jene einfachen Apparate, welche neuerlich in Ludwig's Laboratorium gebraucht werden.

Sie bestehen aus zwei Platindrähten, die auf einer biegsamen, nicht leitenden, bandartigen Unterlage befestigt, bequem durch angelöthete durchbohrte Kupfercylinder mit den Leitungsdrähten des Inductionsapparates in Verbindung zu setzen sind. Sie haben den grossen Vortheil, dass sie leicht unter dem eine kurze Strecke weit frei präparirten Nerven durchgesteckt, dann umgebogen und sammt dem von ihnen umgriffenen Nerven in die Tiefe der Wunde, welche man schliesslich zunäht, zurückgeschoben werden können, so dass die Nerven, vor schädlichen äusseren Einflüssen geschützt, unter möglichst günstigen Bedingungen sich befinden, stundenlang ihre Erregbarkeit bewahren und unverrückt in der Oese zwischen den Platindrähten ruhen.

Behufs der raschen beliebigen Unterbrechung der Wirkung der Inductionsapparate habe ich nach Pflüger's Vorgang Nebenschliessungen aus dickem Kupferdrath angebracht.

Die mit Glaspapier blank geriebenen Köpfe der Schrauben, welche die Leitungsdrähte an die Inductionsrolle befestigen, steckten nämlich in durchbohrten Korken und bildeten so den Boden kleiner mit Hg. gefüllter Näpfchen, die dann nach Belieben durch einen kurzen dicken Kupferdraht leitend verbunden werden konnten.

Ich habe mich überzeugt, dass wenn die Enden des als Nebenschliessung gebrauchten Kupferdrathes in die Quecksilbernäpfchen tauchen, auch der empfindlichste Froschschenkel keine Spur von Wirkung in dem Kreise der Leitungsdrähte anzeigt, während dieselbe sofort in beliebiger Stärke eintritt, sobald man den Kupferdraht aus den Quecksilbernäpfchen heraushebt.

Auf diese Art konnte ich überaus bequem, sicher und schnell bald beide Nerven zugleich, bald den einen oder den anderen für sich allein in Erregung versetzen oder alle Reizung unterbrechen, ohne irgend eine Störung der Thätigkeit der Säule und der Inductionsapparate, und ohne unipolare Wirkungen befürchten zu müssen. Je nach der Stellung der beiden Inductionsrollen auf den Du Bois'schen Schlitten konnten die beiden Nerven nach Belieben mit gleicher oder verschiedener Intensität erregt werden. Es versteht sich, dass die Wirkungen der Apparate bei gleicher und bei verschiedener Stellung der Inductionsrollen vorher mit einander verglichen werden müssen.

Ist alles in der angegebenen Weise vorgerichtet, so kann man zu den Versuchen selbst schreiten, und einem Gehülfen, der die absolute Zeit notirt, die gewählte Anordnung der Erregung und den jeweiligen Stand der Speichelsäule dictiren.

Herr Dr. v. Piotrowski, der ein geübter Stenograph ist, hat mir bei diesen Versuchen durch seine Geschicklichkeit und Gewissenhaftigkeit im Notiren die wesentlichsten Dienste geleistet.

Indem ich zur Mittheilung der Resultate meiner Untersuchungen übergehe, muss ich jedoch nochmals hervorheben, dass ich nur die letzten Versuchsreihen in der skizzirten exacten Weise ausgeführt habe, indem sich die Methode erst mit der öfteren Wiederholung der Experimente so weit vervollkommnete.

1. Durch Reizung des N. Sympathicus am Halse, mag derselbe undurchschnitten sein oder nach der Durchschneidung sein Kopfende gereizt werden, ist es möglich, die Speichelsecretion aus der Gl. submaxillaris einzuleiten.

In weitaus den meisten Fällen ist das Steigen der Speichelsäule nur unbedeutend und hört dann auch fast immer schon nach sehr kurzer Zeit, trotz fortdauernder Reizung, gänzlich oder fast gänzlich auf, beginnt aber manchmal nach Unterbrechung der Reizung von selbst wieder.

Nur bei einem einzigen Hunde veranlasste die Reizung des Sympathicus wiederholt ein sehr beträchtliches continuirliches Steigen

der Speichelsäule, ähnlich wie die Reizung des Drüsenastes vom N. lingualis.

Spätere Versuche werden die Bedingungen, unter welchen solche scheinbare Ausnahmsfälle eintreten, zu ermitteln haben.

Bei der Reizung des Sympathicus erweitert sich zugleich, bekanntlich, die Pupille, und es gehen beide Erscheinungen (Pupillenerweiterung und Speichelsecretion) meist Hand in Hand, doch habe ich mich überzeugt, dass zuweilen die eine ohne die andere auftritt.

2. Durch Reizung des Drüsenastes vom N. lingualis wird nach Ludwig's glänzender Entdeckung eine in der Regel überaus copiöse Speichelabsonderung eingeleitet und die Flüssigkeit schreitet sehr rasch und continuirlich in der graduirten Steigröhre fort, doch steigt die Speichelsäule nicht immer mit gleichförmiger Geschwindigkeit, sondern erfährt zuweilen eine beträchtliche Verlangsamung oder Beschleunigung ihrer Bewegung, was sich unmittelbar aus der Betrachtung einiger schon von Ludwig mitgetheilten Curven ergiebt.

Ludwig schob diese Unregelmässigkeiten auf die Mangelhaftigkeit seiner damaligen Reizungsmethode. Meine weiter unten mitgetheilten Erfahrungen scheinen jedoch ein ganz anderes Licht auf diese Erscheinung zu werfen; namentlich da sich in jenem Drüsenaste von Lingualis auch sympathische Fäden, und in der Drüse selbst Ganglienkugeln finden.

In seltenen Fällen erscheint die Speichelsecretion bei Reizung des Drüsenastes vom N. lingualis auffallend gering, oder bleibt auch völlig aus.

Ein solcher Fall war es, der mich zur Entdeckung der „Hemmungserscheinungen" bei Reizung des Sympathicus führte.

Ich hatte am 23. Jänner laufenden Jahres die gewöhnlichen Vorbereitungen zu den Versuchen über Speichelsecretion getroffen, hatte aber den Versuch mit der Reizung des Sympathicus, statt wie sonst mit der des Drüsenastes vom N. lingualis, begonnen und sah nun zu meinem grossen Erstaunen, dass auf Reizung des Drüsenastes vom N. lingualis, welche unmittelbar nach Unterbrechung der Sympathicus-Reizung eingeleitet wurde, das Steigen der im Anfangstheile der graduirten Röhre stockenden Speichelsäule gänzlich ausblieb.

Ich reizte dann den Sympathicus und den Drüsenast vom Lingualis wiederholt nach einander, doch ohne Erfolg, d. h. ohne ein Steigen der Speichelsäule zu erzielen. Missmuthig über dieses scheinbare Misslingen des Versuches gab ich seine Fortsetzung, etwas übereilt, auf und verzeichnete denselben mit wenigen Worten als misslungen in meinem Tagebuche. Später jedoch überlegte ich mir die Sache genauer und kam sofort auf den Gedanken, ob nicht etwa die wahrgenommene Hemmung der Speichelsecretion einer durch die vorangegangene ausgiebige Reizung des Sympathicus bewirkten Veränderung des Kreislaufs, der Gefässe oder irgend welcher Drüsen- oder Nervenelemente zuzuschreiben sei?

Ein zweiter in derselben Weise angestellter Versuch schien den in mir aufgestiegenen Verdacht zu rechtfertigen.

Weitere Versuche widersprachen zwar meiner urprünglichen Vermuthung, allein die Unmöglichkeit einer irgendwie hemmenden Wirkung des Sympathicus auf die Speichelsecretion war damit noch nicht bewiesen.

Ich bin jetzt sehr zufrieden, dass ich mich durch diese negativen Erfahrungen nicht gleich von der Verfolgung des einmal gefassten Gedankens habe abschrecken lassen, da an meiner ersten Vermuthung immerhin etwas Wahres bleibt und die Experimentalphysiologie durch die sogleich mitzutheilenden Resultate meiner späteren Versuche um eine sehr merkwürdige Thatsache bereichert wird.

3. Ich setzte meine Untersuchung, nachdem sie einmal aus dem Stadium der beiläufigen Vorversuche herausgetreten war, in der Absicht fort, zunächst zu ermitteln, wie sich das Steigen der Speichelsäule verhalte, während der Sympathicus und der Drüsenast vom Lingualis zu gleicher Zeit gereizt werden.

In dieser Beziehung hat sich bei dem vorletzten und letzten Hunde, von denen der erstere nur auf einer, der letztere aber auf beiden Seiten operirt worden war, aus 18 hinter einander angestellten Versuchen mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit ergeben, dass die Speichelsäule gleich beim Beginn der Reizung beider undurchschnittener, in ihren natürlichen Verbindungen belassenen Ner-

vom (der Sympathicus wurde stets durch etwas stärkere elektrische Ströme erregt als der Drüsenast des Lingualis), oder doch bald nach dem Beginne der Reizung, mit sehr grosser, beschleunigter Geschwindigkeit zu steigen begann, aber schon nach 15—30 Sec. eine sehr auffallende, rasch wachsende Verzögerung ihrer Bewegung erfuhr und endlich in mehreren Fällen in gänzlichen Stillstand gerieth, während sie bei alleiniger Reizung des Drüsenastes vom Lingualis viel längere Zeit in mehr oder weniger gleichmässigem raschen Steigen verblieben wäre. (Vgl. Fig. 1 und 5 mit den übrigen.) Wurde dann die Reizung beider Nerven unterbrochen, so stellte sich als Nachwirkung (durch Reflex?) ein ganz allmäliges Steigen der Speichelsäule ein.

Wurde nur die Reizung des Sympathicus unterbrochen, so ergab die fortgesetzte Reizung des Drüsenastes des Lingualis meist eine verhältnissmässig sehr geringe Wirkung, ja in einem Falle, wo in Folge der Erregung beider Nerven nach der anfänglichen Beschleunigung des Steigens der Speichelsäule endlich völliger Stillstand derselben eingetreten war, blieb die Speichelsäule sogar während einer über eine halbe Minute andauernden Reizung des Drüsenastes vom Lingualis unverrückt stehen. (Siehe Fig. 2.) Dieser Fall dürfte beitragen, jenen oben erwähnten, scheinbar misslungenen Versuch, der mich zu den vorliegenden Untersuchungen veranlasste, zu erklären.

Die Wirkung der nach Unterbrechung der Reizung des Drüsenastes vom Lingualis fortgesetzten Sympathicus-Reizung ersieht man aus Fig 2. In ähnlicher hemmender Weise wirkt die Sympathicus-Reizung auch auf den Speichelstrom, der in Folge einer Nachwirkung einer früheren Erregung aus der Drüse hervorquillt. (Vgl. Fig. 3.)

Nach meiner unmassgeblichen Auffassung nun dürfte, wie gesagt, in den von mir aufgefundenen Thatsachen eine neue Art von „Hemmungserscheinung“ vorliegen, welche unverkennbar eine gewisse Analogie hat mit der von Ed. Weber und J. Budge entdeckten Hemmung der Herzthätigkeit durch Reizung der Vagi, sowie

mit dem von Pflüger entdeckten Stillstehen der peristaltischen Darmbewegungen in Folge einer Reizung der N. splanchnici, und welche, wie es scheint (wenigstens zum Theil), unter dem Imperium des sympathischen Nervensystems steht.

Im vorliegenden Falle sind die Verhältnisse offenbar noch viel verwickelter, die Bedingungen der Erscheinung viel complexer als bei der Hemmung der Herz- und Darmbewegungen, weshalb es vorläufig bei der Mittheilung der nackten Thatsachen, welche mit der Zeit wohl manchen erweiternden und beschränkenden Zuwachs erhalten werden, sein Bewenden haben muss.

Schliesslich erlaube ich mir die letzte am 24. Mai l. J. an einem mittelgrossen, auf beiden Seiten operirten männlichen Hunde, mit aller Exactheit und Bequemlichkeit der oben skizzirten Beobachtungsmethode angestellte Versuchsreihe in Extenso mitzutheilen.

A. Versuchsreihe auf der rechten Seite.

Es wurde mit der Reizung des Drüsenastes vom N. lingualis begonnen um:

H.	M.	S.	Jeweiliger Stand der Speichelsäule an der Millimeterscale der Steigröhre.
10	30	57	0
—	31	15	0
—	—	30	10
—	—	35	20
—	—	45	30
—	—	50	40
—	32	0	50
—	—	12	60
—	—	17	70
—	—	24	80
—	—	26	88
—	—	29	90
—	—	31	95
—	—	35	100
—	—	43	110

Nun wurde die Reizung unterbrochen, als Nachwirkung ergab sich:

H.	M.	S.	Jeweiliger Stand der Speichelsäule an der Millimeterscale der Steigröhre.
10	32	55	120
	33	25	130
	—	55	140

Die Steigröhre wurde entfernt, zum grössten Theil (bis auf 30 Mm.) entleert und wieder angesteckt. Es begann die gleichzeitige Reizung des Drüsenastes vom Lingualis und des Sympathicus um:

10	35	10	30
	—	14	40
	—	17	50
	—	21	60
	—	29	80
	—	35	90
	—	43	100
	—	52	105
	36	5	110
	—	30	113

Jetzt stand die Speichelsäule still. Die Reizung des Sympathicus wird unterbrochen um 10^h 36^m 50 , die fortgesetzte Reizung des Drüsenastes vom Lingualis allein dauerte bis:

10	37	25	113

der Stand der Speichelsäule blieb derselbe. Nach Unterbrechung der Reizung des Drüsenastes vom Lingualis, also nach Unterbrechung aller Reizung ergab sich als Nachwirkung:

10	37	45	114	
	38	10	115	(Schlingbewegung.)
	—	36	120	
	41	20	123	

Nachdem Stillstand eingetreten war, wurden wieder beide Nerven gleichzeitig gereizt um:

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.	
10	41	57	130	(Durch Verrückung der Steigröhre.)
	42	2	140	
	—	6	150	
	—	10	160	
	—	17	170	
	—	20	175	
	—	25	180	
	—	31	185	
	—	42	189	
	—	44	190	
	—	47	191	
	—	54	192	
	43	3	193	

Die Reizung des Sympathicus wird unterbrochen. Die fortgesetzte Reizung des Drüsenastes vom Lingualis ergab:

10	43	16	194	
	—	25	195	
	—	34	196	
	—	40	197	
	—	45	198	
	—	49	199	
	—	53	200	
	—	56	201	
	—	59	202	
	44	3	203	
	—	7	204	
	—	9	205	
	—	15	206	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung:
	44	34	208	Stillstand; die Steigröhre wird entleert und dann wieder beide Nerven gereizt:
10	46	0	0	
	—	15	0	
	—	20	10	
	—	32	20	
	—	36	25	
	—	42	30	
	—	51	35	

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.	
	47	4	40	
	—	15	41	
	—	30	41	Die Leitung zum Drüsenast vom Lingualis unterbrochen, der allein gereizte Sympathicus ergab:
10	47	45	42	
	48	0	42	
	—	7	43	Alle Reizung unterbrochen um:
10	48	20	43	Nachwirkung:
	48	25	44	
	—	30	45	
	50	45	49	
	52	50	51	
	53	55	52	
	57	25	54	Stillstand; abermalige Reizung beider Nerven um:
10	58	35	54	
	—	45	60	
	—	54	65	
	59	9	70	
	—	36	74	Schlingbewegung.
	—	49	80	
11	0	0	85	
	—	13	90	
	—	27	93	
	—	36	95	
	—	55	99	
	1	0	100	
	—	20	105	
	—	33	106	Die Leitung zum Sympathicus unterbrochen: Reizung des Drüsenastes vom Lingualis allein.
11	1	43	110	
	—	54	112	
	2	10	115	
	—	20	120	
	—	28	121	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung.
11	2	58	123	
	4	57	124	
	7	40	124	Stillstand; abermalige Reizung beider Nerven (mit verstärkten elektrischen Strömen).
11	8	30	124	(Schlingbewegung).
	—	46	126	(Reizung noch mehr verstärkt).
	9	25	126	
		55	127	(Stillstand).

B. Versuchsreihe auf der linken Seite.

Beide Nerven zu gleicher Zeit gereizt um:

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.	
12	1	20	5	
	—	27	10	
	—	30	20	
	—	33	30	
	—	35	40	
	—	40	45	
	—	44	50	
	—	49	52	
	—	55	54	
	2	0	55	
	—	6	56	
	—	17	60	
	—	30	61	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung.
12	2	40	62	
	—	50	63	
	3	25	66	

Die Steigröhre wurde entleert und um 12^h 4 Min. 20 Sec. wieder angesteckt, so dass die Flüssigkeit in der Röhre 5 Millim. stand. Nachwirkung dauert fort:

12	4	20	5	
	—	28	10	
	—	35	15	
	—	45	20	
	5	6	35	
	—	15	40	
	—	23	45	Um:
12	5	40	55	wird der Sympathicus allein zu reizen begonnen:
12	—	48	58	
	—	51	59	
	—	55	60	
	6	3	61	
	—	10	62	
	—	25	64	Sympathicusreizung unterbrochen, dafür begonnen um:
12	6	40		die Reizung des Drüsenastes vom Lingualis.
12	6	45	65	
	—	47	66	
	—	50	70	

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.	
	—	55	80	
	7	0	85	
	—	5	90	
	—	10	95	
	—	20	100	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung:
12	7	30	105	
	—	48	110	
	9	35	155	Nach theilweiser Entleerung der Steigröhre:
	10	40	15	
	11	20	25	
	12	30	35	Um:
12	13	12	40	beginnt abermals die gleichzeitige Reizung beider Nerven:
12	13	17	50	
	—	20	60	
	—	22	70	
	—	25	80	
	—	27	85	
	—	30	90	
	—	35	100	
	—	38	107	
	—	42	108	
	—	45	109	
	—	47	110	
	—	51	112	
	14	0	118	
	—	10	115	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung:
12	14	21	116	
	—	30	117	
	15	28	120	Abermalige gleichzeitige Reizung beider Nerven:
12	15	28	125	
	—	31	130	
	—	34	135	
	—	37	140	
	—	39	145	
	—	44	150	
	—	47	155	
	—	50	158	
	—	53	160	
	—	58	163	
	16	3	165	
	—	3	166	

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.
	—	13	167
	—	17	168
	—	25	169
	—	36	170 Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung.
12	16	58	171 Die Steigröhre wurde bis auf 7 Mm. entleert; Nachwirkung dauert fort.
12	17	38	7
	—	55	10
	18	12	12
	—	30	14 Um:
12	18	40	15 beginnt wieder gleichzeitig die Reizung beider Nerven:
12	18	44	20
	—	47	30
	—	49	40
	—	51	50
	—	53	60
	—	55	70
	—	59	80
	19	10	100
	19	20	104
	—	26	105 Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung:
12	19	45	109
	20	0	111
12	21	0	120 Steigröhre bis auf 8 Mm. entleert.
	22	0	8
12	—	5	10 Um:
	22	30	14 begann abermals die gleichzeitige Reizung beider Nerven.
12	22	40	15
	—	46	30
	—	48	40
	—	51	60
	—	55	70
	—	57	75
	23	0	80
	—	5	85
	—	12	88
	—	16	89
	—	23	90
	—	30	92
	—	36	93
	—	42	94

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.	
	—	47	95	Unterbrechung aller Reizung; Nachwirkung.
12	24	0	99	
	—	16	100	
	25	29	109	Nochmalige gleichzeitige Reizung beider Nerven.
12	25	36	110	
	—	41	120	
	—	43	130	
	—	45	140	
	—	49	150	
	—	54	160	
	—	56	165	
	26	0	170	
	—	12	173	
	—	20	175	
	—	38	179	
	—	42	180	Unterbrechung aller Reizung; Nachwirkung.
12	26	54	183	
	27	15	185	Steigröhre bis auf 5 Millim. entleert; Nachwirkung dauert fort.
12	27	55	5	
	28	10	8	
	—	24	9	
	—	45	11	Um:
12	29	15	14	abermalige Reizung beider Nerven.
12	29	25	15	
	—	34	30	
	—	36	40	
	—	38	50	
	—	43	60	
	—	48	70	
	—	53	75	
	30	4	80	
	—	12	82	
	—	20	88	
	—	33	84	
	—	40	85	Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung.
12	33	0	95	Um:
12	34	28	99	begann abermals die gleichzeitige Reizung beider Nerven.
12	34	50	100	
	—	56	110	
	—	59	130	

Ich reizte dann den Sympathicus und den Drüsenast vom Lingualis wiederholt nach einander, doch ohne Erfolg, d. h. ohne ein Steigen der Speichelsäule zu erzielen. Missmuthig über dieses scheinbare Misslingen des Versuches gab ich seine Fortsetzung, etwas übereilt, auf und verzeichnete denselben mit wenigen Worten als misslungen in meinem Tagebuche. Später jedoch überlegte ich mir die Sache genauer und kam sofort auf den Gedanken, ob nicht etwa die wahrgenommene Hemmung der Speichelsecretion einer durch die vorangegangene ausgiebige Reizung des Sympathicus bewirkten Veränderung des Kreislaufs, der Gefässe oder irgend welcher Drüsen- oder Nervenelemente zuzuschreiben sei?

Ein zweiter in derselben Weise angestellter Versuch schien den in mir aufgestiegenen Verdacht zu rechtfertigen.

Weitere Versuche widersprachen zwar meiner urprünglichen Vermuthung, allein die Unmöglichkeit einer irgendwie hemmenden Wirkung des Sympathicus auf die Speichelsecretion war damit noch nicht bewiesen.

Ich bin jetzt sehr zufrieden, dass ich mich durch diese negativen Erfahrungen nicht gleich von der Verfolgung des einmal gefassten Gedankens habe abschrecken lassen, da an meiner ersten Vermuthung immerhin etwas Wahres bleibt und die Experimentalphysiologie durch die sogleich mitzutheilenden Resultate meiner späteren Versuche um eine sehr merkwürdige Thatsache bereichert wird.

3. Ich setzte meine Untersuchung, nachdem sie einmal aus dem Stadium der beiläufigen Vorversuche herausgetreten war, in der Absicht fort, zunächst zu ermitteln, wie sich das Steigen der Speichelsäule verhalte, während der Sympathicus und der Drüsenast vom Lingualis zu gleicher Zeit gereizt werden.

In dieser Beziehung hat sich bei dem vorletzten und letzten Hunde, von denen der erstere nur auf einer, der letztere aber auf beiden Seiten operirt worden war, aus 18 hinter einander angestellten Versuchen mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit ergeben, dass die Speichelsäule gleich beim Beginn der Reizung beider unabschnittener, in ihren natürlichen Verbindungen belassenen Ner-

vom (der Sympathicus wurde stets durch etwas stärkere [illegible]
Ströme erregt als der Drüsenast des Lingualis), oder doch kurz nach
dem Beginne der Reizung, mit sehr grosser, beschleunigter Geschwin-
digkeit zu steigen begann, aber schon nach 15—30 Sec. eine sehr
auffallende, rasch wachsende Verzögerung ihrer Bewegung erfuhr und
endlich in mehreren Fällen in gänzlichen Stillstand geriet, während
viel längere Zeit in mehr oder weniger gleichmässigem
raschen Steigen verblieben wäre. (Vgl. Fig. 1 und 5 mit den
übrigen.) Wurde dann die Reizung beider Nerven unterbrochen, so
stellte sich als Nachwirkung (durch Reflex?) ein ganz allmäliges
Steigen der Speichelsäule ein.

Wurde nur die Reizung des Sympathicus unterbrochen, so er-
gab die fortgesetzte Reizung des Drüsenastes des Lingualis meist eine
verhältnissmässig sehr geringe Wirkung, ja in einem Falle, wo in
Folge der Erregung beider Nerven nach [illegible] der Beschleu-
nigung des Steigens der Speichelsäule [illegible]
derselben eingetreten war, [illegible]
einer über eine halbe [illegible]
vom Lingualis unverrückt [illegible]
dürfte beitragen, jenen [illegible]
such, der mich zu den [illegible]
erklären.

Die Wirkung der [illegible]
astes vom Lingualis [illegible]
aus Fig 2. In [illegible]
thicus-Reizung auch auf den [illegible]
Nachwirkung einer [illegible]
(Vgl. Fig. 3.)

Nach meiner [illegible]
in den von mir [illegible]
„Hemmungsersch[illegible]
gewisse Analogie [illegible]
deckten Hemmung [illegible]

Auf diese Art konnte ich überaus bequem, sicher und schnell bald beide Nerven zugleich, bald den einen oder den anderen für sich allein in Erregung versetzen oder alle Reizung unterbrechen, ohne irgend eine Störung der Thätigkeit der Säule und der Inductionsapparate, und ohne unipolare Wirkungen befürchten zu müssen. Je nach der Stellung der beiden Inductionsrollen auf den Du Bois'schen Schlitten konnten die beiden Nerven nach Belieben mit gleicher oder verschiedener Intensität erregt werden. Es versteht sich, dass die Wirkungen der Apparate bei gleicher und bei verschiedener Stellung der Inductionsrollen vorher mit einander verglichen werden müssen.

Ist alles in der angegebenen Weise vorgerichtet, so kann man zu den Versuchen selbst schreiten, und einem Gehülfen, der die absolute Zeit notirt, die gewählte Anordnung der Erregung und den jeweiligen Stand der Speichelsäule dictiren.

Herr Dr. v. Piotrowski, der ein geübter Stenograph ist, hat mir bei diesen Versuchen durch seine Geschicklichkeit und Gewissenhaftigkeit im Notiren die wesentlichsten Dienste geleistet.

Indem ich zur Mittheilung der Resultate meiner Untersuchungen übergehe, muss ich jedoch nochmals hervorheben, dass ich nur die letzten Versuchsreihen in der skizzirten exacten Weise ausgeführt habe, indem sich die Methode erst mit der öfteren Wiederholung der Experimente so weit vervollkommnete.

1. Durch Reizung des N. Sympathicus am Halse, mag derselbe undurchschnitten sein oder nach der Durchschneidung sein Kopfende gereizt werden, ist es möglich, die Speichelsecretion aus der Gl. submaxillaris einzuleiten.

In weitaus den meisten Fällen ist das Steigen der Speichelsäule nur unbedeutend und hört dann auch fast immer schon nach sehr kurzer Zeit, trotz fortdauernder Reizung, gänzlich oder fast gänzlich auf, beginnt aber manchmal nach Unterbrechung der Reizung von selbst wieder.

Nur bei einem einzigen Hunde veranlasste die Reizung des Sympathicus wiederholt ein sehr beträchtliches continuirliches Steigen

der Speichelsäule, ähnlich wie die Reizung des Drüsenastes vom N. lingualis.

Spätere Versuche werden die Bedingungen, unter welchen solche scheinbare Ausnahmsfälle eintreten, zu ermitteln haben.

Bei der Reizung des Sympathicus erweitert sich zugleich, bekanntlich, die Pupille, und es gehen beide Erscheinungen (Pupillenerweiterung und Speichelsecretion) meist Hand in Hand, doch habe ich mich überzeugt, dass zuweilen die eine ohne die andere auftritt.

2. Durch Reizung des Drüsenastes vom N. lingualis wird nach Ludwig's glänzender Entdeckung eine in der Regel überaus copiöse Speichelabsonderung eingeleitet und die Flüssigkeit schreitet sehr rasch und continuirlich in der graduirten Steigröhre fort, doch steigt die Speichelsäule nicht immer mit gleichförmiger Geschwindigkeit, sondern erfährt zuweilen eine beträchtliche Verlangsamung oder Beschleunigung ihrer Bewegung, was sich unmittelbar aus der Betrachtung einiger schon von Ludwig mitgetheilten Curven ergiebt.

Ludwig schob diese Unregelmässigkeiten auf die Mangelhaftigkeit seiner damaligen Reizungsmethode. Meine weiter unten mitgetheilten Erfahrungen scheinen jedoch ein ganz anderes Licht auf diese Erscheinung zu werfen; namentlich da sich in jenem Drüsenaste von Lingualis auch sympathische Fäden, und in der Drüse selbst Ganglienkugeln finden.

In seltenen Fällen erscheint die Speichelsecretion bei Reizung des Drüsenastes vom N. lingualis auffallend gering, oder bleibt auch völlig aus.

Ein solcher Fall war es, der mich zur Entdeckung der „Hemmungserscheinungen" bei Reizung des Sympathicus führte.

Ich hatte am 23. Jänner laufenden Jahres die gewöhnlichen Vorbereitungen zu den Versuchen über Speichelsecretion getroffen, hatte aber den Versuch mit der Reizung des Sympathicus, statt wie sonst mit der des Drüsenastes vom N. lingualis, begonnen und sah nun zu meinem grossen Erstaunen, dass auf Reizung des Drüsenastes vom N. lingualis, welche unmittelbar nach Unterbrechung der Sympathicus-Reizung eingeleitet wurde, das Steigen der im Anfangstheile der graduirten Röhre stockenden Speichelsäule gänzlich ausblieb.

Ich reizte dann den Sympathicus und den Drüsenast vom Lingualis wiederholt nach einander, doch ohne Erfolg, d. h. ohne ein Steigen der Speichelsäule zu erzielen. Missmuthig über dieses scheinbare Misslingen des Versuches gab ich seine Fortsetzung, etwas übereilt, auf und verzeichnete denselben mit wenigen Worten als misslungen in meinem Tagebuche. Später jedoch überlegte ich mir die Sache genauer und kam sofort auf den Gedanken, ob nicht etwa die wahrgenommene Hemmung der Speichelsecretion einer durch die vorangegangene ausgiebige Reizung des Sympathicus bewirkten Veränderung des Kreislaufs, der Gefässe oder irgend welcher Drüsen- oder Nervenelemente zuzuschreiben sei?

Ein zweiter in derselben Weise angestellter Versuch schien den in mir aufgestiegenen Verdacht zu rechtfertigen.

Weitere Versuche widersprachen zwar meiner ursprünglichen Vermuthung, allein die Unmöglichkeit einer irgendwie hemmenden Wirkung des Sympathicus auf die Speichelsecretion war damit noch nicht bewiesen.

Ich bin jetzt sehr zufrieden, dass ich mich durch diese negativen Erfahrungen nicht gleich von der Verfolgung des einmal gefassten Gedankens habe abschrecken lassen, da an meiner ersten Vermuthung immerhin etwas Wahres bleibt und die Experimentalphysiologie durch die sogleich mitzutheilenden Resultate meiner späteren Versuche um eine sehr merkwürdige Thatsache bereichert wird.

3. Ich setzte meine Untersuchung, nachdem sie einmal aus dem Stadium der beiläufigen Vorversuche herausgetreten war, in der Absicht fort, zunächst zu ermitteln, wie sich das Steigen der Speichelsäule verhalte, während der Sympathicus und der Drüsenast vom Lingualis zu gleicher Zeit gereizt werden.

In dieser Beziehung hat sich bei dem vorletzten und letzten Hunde, von denen der erstere nur auf einer, der letztere aber auf beiden Seiten operirt worden war, aus 18 hinter einander angestellten Versuchen mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit ergeben, dass die Speichelsäule gleich beim Beginn der Reizung beider undurchschnittener, in ihren natürlichen Verbindungen belassenen Ner-

rend (der Sympathicus wurde stets durch etwas stärkere elektrische Ströme erregt als der Drüsenast des Lingualis), oder doch bald nach dem Beginne der Reizung, mit sehr grosser, beschleunigter Geschwindigkeit zu steigen begann, aber schon nach 15—30 Sec. eine sehr auffallende, rasch wachsende Verzögerung ihrer Bewegung erfuhr und endlich in mehreren Fällen in gänzlichen Stillstand gerieth, während sie bei alleiniger Reizung des Drüsenastes vom Lingualis viel längere Zeit in mehr oder weniger gleichmässigem raschen Steigen verblieben wäre. (Vgl. Fig. 1 und 5 mit den übrigen.) Wurde dann die Reizung beider Nerven unterbrochen, so stellte sich als Nachwirkung (durch Reflex?) ein ganz allmäliges Steigen der Speichelsäule ein.

Wurde nur die Reizung des Sympathicus unterbrochen, so ergab die fortgesetzte Reizung des Drüsenastes des Lingualis meist eine verhältnissmässig sehr geringe Wirkung, ja in einem Falle, wo in Folge der Erregung beider Nerven nach der anfänglichen Beschleunigung des Steigens der Speichelsäule endlich völliger Stillstand derselben eingetreten war, blieb die Speichelsäule sogar während einer über eine halbe Minute andauernden Reizung des Drüsenastes vom Lingualis unverrückt stehen. (Siehe Fig. 2.) Dieser Fall dürfte beitragen, jenen oben erwähnten, scheinbar misslungenen Versuch, der mich zu den vorliegenden Untersuchungen veranlasste, zu erklären.

Die Wirkung der nach Unterbrechung der Reizung des Drüsenastes vom Lingualis fortgesetzten Sympathicus-Reizung ersieht man aus Fig 2. In ähnlicher hemmender Weise wirkt die Sympathicus-Reizung auch auf den Speichelstrom, der in Folge einer Nachwirkung einer früheren Erregung aus der Drüse hervorquillt. (Vgl. Fig. 3.)

Nach meiner unmassgeblichen Auffassung nun dürfte, wie gesagt, in den von mir aufgefundenen Thatsachen eine neue Art von „Hemmungserscheinung“ vorliegen, welche unverkennbar eine gewisse Analogie hat mit der von Ed. Weber und J. Budge entdeckten Hemmung der Herzthätigkeit durch Reizung der Vagi, sowie

Ich reizte dann den Sympathicus und den Drüsenast vom Lingualis wiederholt nach einander, doch ohne Erfolg, d. h. ohne ein Steigen der Speichelsäule zu erzielen. Missmuthig über dieses scheinbare Misslingen des Versuches gab ich seine Fortsetzung, etwas übereilt, auf und verzeichnete denselben mit wenigen Worten als misslungen in meinem Tagebuche. Später jedoch überlegte ich mir die Sache genauer und kam sofort auf den Gedanken, ob nicht etwa die wahrgenommene Hemmung der Speichelsecretion einer durch die vorangegangene ausgiebige Reizung des Sympathicus bewirkten Veränderung des Kreislaufs, der Gefässe oder irgend welcher Drüsen- oder Nervenelemente zuzuschreiben sei?

Ein zweiter in derselben Weise angestellter Versuch schien den in mir aufgestiegenen Verdacht zu rechtfertigen.

Weitere Versuche widersprachen zwar meiner urprünglichen Vermuthung, allein die Unmöglichkeit einer irgendwie hemmenden Wirkung des Sympathicus auf die Speichelsecretion war damit noch nicht bewiesen.

Ich bin jetzt sehr zufrieden, dass ich mich durch diese negativen Erfahrungen nicht gleich von der Verfolgung des einmal gefassten Gedankens habe abschrecken lassen, da an meiner ersten Vermuthung immerhin etwas Wahres bleibt und die Experimentalphysiologie durch die sogleich mitzutheilenden Resultate meiner späteren Versuche um eine sehr merkwürdige Thatsache bereichert wird.

3. Ich setzte meine Untersuchung, nachdem sie einmal aus dem Stadium der beiläufigen Vorversuche herausgetreten war, in der Absicht fort, zunächst zu ermitteln, wie sich das Steigen der Speichel- verhalte, während der Sympathicus und der Drüsenast vom s zu gleicher Zeit gereizt werden.

dieser Beziehung hat sich bei dem vorletzten und letzten v der erstere nur auf einer, der letztere aber auf rt worden war, aus 18 hinter einander angestell- aller nur wünschenswerthen Sicherheit ergeben, äule gleich beim Beginn der Reizung beider un- in ihren natürlichen Verbindungen belassenen Ner-

von (der Sympathicus wurde stets durch etwas stärkere elektrische Ströme erregt als der Drüsenast des Lingualis), oder doch bald nach dem Beginne der Reizung, mit sehr grosser, beschleunigter Geschwindigkeit zu steigen begann, aber schon nach 15—30 Sec. eine sehr auffallende, rasch wachsende Verzögerung ihrer Bewegung erfuhr und endlich in mehreren Fällen in gänzlichen Stillstand gerieth, während sie bei alleiniger Reizung des Drüsenastes vom Lingualis viel längere Zeit in mehr oder weniger gleichmässigem raschen Steigen verblieben wäre. (Vgl. Fig. 1 und 5 mit den übrigen.) Wurde dann die Reizung beider Nerven unterbrochen, so stellte sich als Nachwirkung (durch Reflex?) ein ganz allmäliges Steigen der Speichelsäule ein.

Wurde nur die Reizung des Sympathicus unterbrochen, so ergab die fortgesetzte Reizung des Drüsenastes des Lingualis meist eine verhältnissmässig sehr geringe Wirkung, ja in einem Falle, wo in Folge der Erregung beider Nerven nach der anfänglichen Beschleunigung des Steigens der Speichelsäule endlich völliger Stillstand derselben eingetreten war, blieb die Speichelsäule sogar während einer über eine halbe Minute andauernden Reizung des Drüsenastes vom Lingualis unverrückt stehen. (Siehe Fig. 2.) Dieser Fall dürfte beitragen, jenen oben erwähnten, scheinbar misslungenen Versuch, der mich zu den vorliegenden Untersuchungen veranlasste, zu erklären.

Die Wirkung der nach Unterbrechung der Reizung des Drüsenastes vom Lingualis fortgesetzten Sympathicus-Reizung ersieht man aus Fig 2. In ähnlicher hemmender Weise wirkt die Sympathicus-Reizung auch auf den Speichelstrom, der in Folge einer Nachwirkung einer früheren Erregung aus der Drüse hervorquillt. (Vgl. Fig. 3.)

Nach meiner unmassgeblichen Auffassung nun dürfte, wie gesagt, in den von mir aufgefundenen Thatsachen eine neue Art von „Hemmungserscheinung“ vorliegen, welche unverkennbar eine gewisse Analogie hat mit der von Ed. Weber und J. Budge entdeckten Hemmung der Herzthätigkeit durch Reizung der Vagi, sowie

Dauer der Nachwirkung von Tasteindrücken, an die Savart'schen Zahnräder zur Hervorbringung von Tönen, u. s. w. *).

Die „Nachwirkungen", welche bei dieser Auffassung in einem neuen Lichte erscheinen, spielen unter den physiologischen Bedingungen des Zeitsinnes eine ähnliche Rolle, wie, unter jenen des Raumsinnes, die sogenannten physikalischen Zerstreuungskreise an den Bildern auf Netzhaut und Haut **).

Wie sich jedoch nicht alle Abstufungen der Feinheit des Raumsinnes aus den physikalischen Zerstreuungskreisen erklären lassen, ebenso wenig dürften auch die muthmasslichen Verschiedenheiten der Feinheitsgrade des Zeitsinnes einfach nur auf die „Nachwirkungen" zurückzuführen sein.

In dieser Beziehung wäre es von besonderer Wichtigkeit zu ermitteln, ob nicht etwa dasselbe objective Zeitintervall, durch verschiedene Organe zur Wahrnehmung gebracht, verschieden lang erscheine, und wie gross die Differenzen objectiver Zeitintervalle sein müssen, wenn diese lezteren als verschieden erkannt werden sollen, wobei die absoluten und relativen Grössen dieser Differenzen zu berücksichtigen ***), und die einzelnen Organe hinsichtlich ihres Auffassungsvermögens für dieselben objectiven Verhältnisse zu vergleichen wären.

3. Die Unterscheidung der Länge der Zeitintervalle führt uns auf den allgemeinen Begriff der Geschwindigkeit und auf den speciellen Fall der Geschwindigkeit von Bewegungen im Raume, von welchem ich bei der Entwickelung dieser Gedankenreihe ausgegangen war.

Die Geschwindigkeit einer gleichförmigen Bewegung, v, lässt sich bekanntlich durch den Quotient, den der Zahlenwerth des

---

*) Dass der Zeitsinn verschiedene Feinheitsgrade besitzen kann, beweist schon die verschiedene Befähigung der einzelnen Individuen hinsichtlich des Tacthaltens in der Musik.

**) Czermak a. a. O., pag. 191. — Weber, Müller's Archiv, 1835, S. 156.

***) Weber, Müller's Archiv, 1835, S. 158.

Weges r, durch jenen der zugehörigen Zeit t getheilt, giebt, $v=\frac{r}{t}$ ausdrücken und messen.

Es entsteht nun die Frage, ob diese Formel für den Mechanismus der sinnlichen Wahrnehmung von Bewegungs-Geschwindigkeiten (welche von der Wahrnehmung durch Reflexion wohl zu unterscheiden ist) in der Art Geltung hat, dass uns eine Geschwindigkeit caeteris paribus um so grösser erscheinen wird, je grösser der zurückgelegte Theil unseres subjectiven Raumbildes ist, d. h. je mehr Raumeinheiten oder „Empfindungskreise" successive erregt wurden, dass also die Seele behufs der Wahrnehmung und Unterscheidung von Geschwindigkeiten entweder die in der Zeiteinheit zurückgelegten Wege durch den Raumsinn, oder die für die Raumeinheit benöthigten Zeiten durch den Zeitsinn vergleicht; oder ob nicht etwa die verschiedene Schnelligkeit der successiven Reizung und die Zahl der innerhalb einer gegebenen Zeit gereizten sensiblen Punkte einen besonderen, intensiven Erregungszustand setzt, welcher die Seele unmittelbar zur Vorstellung einer bestimmten Geschwindigkeit nöthigt?

Ehe an die Möglichkeit einer Entscheidung dieser schwierigen und interessanten Frage gedacht werden kann, wird man zunächst genauere Thatsachen über die wenig gekannten Wahrnehmungen von Geschwindigkeiten räumlicher Bewegungen sammeln müssen; denn die bekannte Beobachtung, dass wir uns die wahrgenommene Geschwindigkeit einer und derselben objectiven Bewegung durch optische oder perspectivische Vergrösserung oder Verkleinerung des durchlaufenen Raumes beschleunigen oder verzögern können, betrifft eben nur eine sogenannte Sinnestäuschung, die insofern keine Beziehung zu unserer Frage hat, als in diesen Fällen die Geschwindigkeit des bewegten Netzhautbildchens, welches ja das eigentliche Sehobject ist, in der That nicht dieselbe bleibt.

Ich würde folgende, mitunter sehr delicate Versuchsreihen vorschlagen, welche, wenn auch nicht die Entscheidung jener Frage, so doch ganz neue einschlägige Thatsachen liefern müssen.

a) Es wäre für jede einzelne der mit einem verschiedenen Feinheitsgrade des Raumsinnes begabten Regionen unserer Sinnesorgane*) zu ermitteln, wie gross und wie klein die Geschwindigkeit einer Bewegung im Raume sein darf, um überhaupt noch als solche wahrgenommen zu werden (der langsam schleichende Stundenzeiger einer Uhr scheint uns ganz still zu stehen); ferner

b) wie gross die Differenz zwischen den Geschwindigkeiten zweier Bewegungen im Raume sein müsse, damit diese noch unterschieden werden können, wobei, wie oben, die absoluten sowohl, als relativen Werthe dieser Differenzen zu berücksichtigen sind.

c) Da wir bekanntlich die scheinbare Grösse eines gesehenen Raumes, trotzdem dass sein Bild immer dieselbe Ausdehnung auf der Retina behält, durch Veränderung des Convergenzwinkels der Augenaxen ansehnlich verändern, vergrössern und verkleinern können, so wäre es von Wichtigkeit zu untersuchen, ob sich die Geschwindigkeit einer gesehenen Bewegung durch Veränderung des Convergenzwinkels der Augenaxen subjectiv vergrössern und verkleinern lasse, ohne dass sich dabei die objectiven Verhältnisse ändern.

d) Endlich wäre festzustellen, wie uns die Geschwindigkeit einer gesehenen oder gefühlten Bewegung erscheint, wenn wir sie auf Regionen der Retina oder der Haut wahrnehmen, die verschiedene Feinheitsgrade des Raumsinnes besitzen.

Sollte die obige Formel $v=\frac{r}{t}$ auch in subjectiver Hinsicht volle Geltung haben, so müsste uns offenbar dieselbe objective Bewegung, je nachdem wir sie im directen oder indirecten Sehen, durch die Haut der Fingerspitzen oder durch die Haut des Rückens wahrnehmen, schneller oder langsamer erscheinen (wird z. B. der Secundenzeiger einer Taschenuhr bald im directen, bald im indirecten Sehen betrachtet, so erscheint mir und den meisten, die ich zur Wiederholung dieses Versuches aufforderte, die Bewegung des Zeigers im

*) Prof. Ludwig hat mich auf einige einschlägige Sehversuche älteren Datums aufmerksam gemacht, welche in Valentin's Physiologie, Bd. II, S. 184, zusammengestellt sind.

ersten Falle rascher, im zweiten träger, was namentlich beim Uebergang vom indirecten zum directen Sehen frappirt, ohne dass man jedoch genau angeben könnte, wie dieser Unterschied zu Stande kommt und ob dabei jene Formel $v=\frac{r}{t}$ eine wesentliche Rolle spiele); ferner müssten uns Bewegungen von verschiedener Geschwindigkeit auf stumpferen und feineren Stellen der Organe des Raumsinnes gleich schnell erscheinen, wenn sich ihre Geschwindigkeiten umgekehrt wie die subjectiv wahrgenommenen durchlaufenen Wege verhielten u. s. w.

Es ist jedoch fraglich, ob wir überhaupt so scharf unterscheiden. dass diese Versuche möglich sind.

Uebrigens wäre zur Anstellung solcher Versuche ein besonderer Apparat nothwendig, welcher mit beliebig veränderlicher Geschwindigkeit Linien von verschiedener Länge auf die Haut zeichnete. Schon im vorigen Sommer, den ich in Wien zubrachte, hatte ich mir einen passenden Mechanismus zu diesem Zwecke ersonnen, doch brachte der Mechaniker leider nur ein verunglücktes Modell zu Stande und so unterblieb die beabsichtigte Ausführung der Versuche. Meine kurz darauf erfolgte Uebersetzung nach Krakau hat mir die Möglichkeit zu diesen ausgedehnten Untersuchungen vollends geraubt, weshalb ich mich vorläufig begnügen muss, mir die Priorität des Gedankens zu wahren und gleichsam nur den Samen zu säen, damit er wenigstens in fremdem Boden aufgehen und Früchte bringen könne, falls ich selbst noch längere Zeit nicht in der Lage sein sollte, das abgesteckte neue Feld zu bebauen.

IV.

Beiträge zur Kenntniss der Beihülfe der Nerven zur Speichelsecretion.

Von

Johann Czermak *)

(Mit 1 Tafel.)

Prof. Ludwig, der bekanntlich vor einigen Jahren die directe Beihülfe gewisser Hirnnerven zur Speichelsecretion entdeckte**), hat im vorigen Sommer gefunden, dass auch die Reizung des sympathischen Astes der Gl. submaxillaris, ja des Halstheiles des Sympathicus selbst die Speichelsecretion einleiten könne.

Ohne von dieser letzteren Thatsache etwas zu wissen, habe ich im Jänner l. J. unabhängig von Ludwig durch 9 Versuchsreihen an Hunden, die ich mit meinem Assistenten Dr. G. v. Piotrowski in dem unter meiner Leitung stehenden physiologischen Institute der k. k. Jagell. Universität zu Krakau anstellte, den Einfluss der Reizung des Sympathicus am Halse auf die Speichelsecretion constatirt, aber die merkwürdige Wahrnehmung gemacht, dass die Reizung dieses Nervenstammes unter gewissen Umständen auch hemmend auf den mächtigen Speichelstrom einwirken könne, der bekanntlich bei

---

*) Aus dem Juniheft des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

**) Ludwig in der Mitth. der Zürich. naturf. Gesellsch. 1851.

der Erregung des Drüsenastes vom N. lingualis, aus der Gl. submaxillaris hervorquillt.

Eine kurze Notiz über meinen unerwarteten Fund habe ich bei der kais. Akademie der Wissenschaften in einem versiegelten Schreiben, welches Prof. Brücke am 5. Februar l. J. zu überreichen so gütig war, hinterlegt.

Jetzt stehe ich nicht mehr an, die vorläufigen Resultate meiner Untersuchungen zu veröffentlichen, da ich während meines letzten Aufenthaltes in Wien (Ostern 1857) im Laboratorium der k. k. Josephs-Akademie gemeinschaftlich mit Prof. Ludwig und vor Kurzem auch wieder im Krakauer Institute mit Dr. von Piotrowski eine neue Reihe von einschlägigen Versuchen angestellt habe, die zwar noch lange nicht als abgeschlossen zu betrachten sind und mich deshalb auch noch fortwährend beschäftigen, die aber doch schon keinen Zweifel mehr übrig lassen, dass die aus irgend einem Grunde im Gange befindliche Speichelsecretion aus der Gl. submaxillaris beim Hunde durch elektrische Reizung des Halstheiles des Sympathicus unter gewissen Umständen in kurzer Zeit auffallend verlangsamt, ja selbst gänzlich zum Stehen gebracht werden könne.

Hinsichtlich der Ausführung meiner letzten Versuche will ich Folgendes bemerken:

In den Ausführungsgang der Gl. submaxillaris wird ein kleines Röhrchen eingebunden, an welches eine längere graduirte Glasröhre von der Dicke eines Gänsekieles leicht angesteckt werden kann.

An der Eintheilung dieser in fast horizontaler Richtung fixirten Steigröhre kann man den jeweiligen Stand der Speichelsäule genau ablesen. Ist die Steigröhre voll, so wird sie entfernt, entleert, und wieder angesteckt.

Die Reizung der Nerven geschieht auf elektrischem Wege vermittelst zweier von derselben Säule getriebener*) Du Bois'scher

*) Es versteht sich von selbst, dass nur einer der Unterbrecher in Thätigkeit belassen, der andere durch Herabdrehen der Stellschraube festgestellt wird.

Inductionsapparate, von denen der eine nur mit dem Drüsenaste des N. lingualis, der andere nur mit dem Halstheile des Sympathicus durch seinen Reizträger in Berührung ist.

Als Reizträger empfehlen sich hier (wie überall, wo es sich um eine möglichst isolirte elektrische Reizung lebender Nerven handelt) jene einfachen Apparate, welche neuerlich in Ludwig's Laboratorium gebraucht werden.

Sie bestehen aus zwei Platindrähten, die auf einer biegsamen, nicht leitenden, bandartigen Unterlage befestigt, bequem durch angelöthete durchbohrte Kupfercylinder mit den Leitungsdrähten des Inductionsapparates in Verbindung zu setzen sind. Sie haben den grossen Vortheil, dass sie leicht unter dem eine kurze Strecke weit frei präparirten Nerven durchgesteckt, dann umgebogen und sammt dem von ihnen umgriffenen Nerven in die Tiefe der Wunde, welche man schliesslich zunäht, zurückgeschoben werden können, so dass die Nerven, vor schädlichen äusseren Einflüssen geschützt, unter möglichst günstigen Bedingungen sich befinden, stundenlang ihre Erregbarkeit bewahren und unverrückt in der Oese zwischen den Platindrähten ruhen.

Behufs der raschen beliebigen Unterbrechung der Wirkung der Inductionsapparate habe ich nach Pflüger's Vorgang Nebenschliessungen aus dickem Kupferdrath angebracht.

Die mit Glaspapier blank geriebenen Köpfe der Schrauben, welche die Leitungsdrähte an die Inductionsrolle befestigen, steckten nämlich in durchbohrten Korken und bildeten so den Boden kleiner mit Hg. gefüllter Näpfchen, die dann nach Belieben durch einen kurzen dicken Kupferdraht leitend verbunden werden konnten.

Ich habe mich überzeugt, dass wenn die Enden des als Nebenschliessung gebrauchten Kupferdrathes in die Quecksilbernäpfchen tauchen, auch der empfindlichste Froschschenkel keine Spur von Wirkung in dem Kreise der Leitungsdrähte anzeigt, während dieselbe sofort in beliebiger Stärke eintritt, sobald man den Kupferdraht aus den Quecksilbernäpfchen heraushebt.

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.
	35	3	150
	—	7	160
	—	12	165
	—	16	168
	—	21	170
	—	27	172
	—	35	175
	—	58	180 Alle Reizungen unterbrochen; Nachwirkung:
12	36	55	190 Steigröhre bis auf 9 Millim. entleert.
12	37	20	9
	39	20	16 Um:
12	40	45	19 wurden wieder beide Nerven gleichzeitig, jedoch mit schwächeren Strömen gereizt.
12	41	17	20
	—	23	30
	—	25	40
	—	29	60
	—	32	70
	—	36	80
	—	44	85
	—	51	90
12	42	42	95
	—	9	100
	—	18	105
	—	29	110
	—	39	115
	—	48	120
	—	55	125 Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung:
12	43	54	134 Steigröhre bis auf 7 Millim. entleert.
	44	27	7
	45	32	11 Um:
12	48	15	14 wurden wieder beide Nerven gleichzeitig, jedoch mit stärkeren Strömen gereizt.
12	49	3	15
	—	10	30
	—	14	50
	—	19	70
	—	25	80
	—	32	85
	—	36	90 Die Leitung zum Sympathicus unterbrochen; der allein gereizte Drüsenast vom Lingualis ergab:
12	49	45	

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.
	—	58	100
	50	0	105
	—	6	110
	—	18	115
	—	20	120 Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung:
12	50	27	125
	51	1	130 Steigröhre bis auf 5 Millim. entleert:
12	51	35	5
	52	15	8
	53	0	9 Abermals wurden die beiden Nerven gleichzeitig gereist um:
12	53	40	10
	—	50	30
	—	55	50
	—	58	60
	54	2	65
	—	7	68
	—	11	71
	—	16	75
	—	24	80 Die Leitung zum Drüsenast des Lingualis unterbrochen; fortdauernde Sympathicus-Reizung:
12	54	33	84
	—	40	85
	—	53	87
	55	7	89 Alle Reizung unterbrochen; Nachwirkung:
12	55	46	92
	57	16	95 Um:
1	4	40	97 wurde der Drüsenast des Lingualis mit verstärktem Strom allein gereist.
1	5	27	97
	—	36	110
	—	40	130
	—	44	140
	—	52	160
	6	0	170
	—	8	180
	—	22	190
	—	34	200
	—	50	220
	7	1	230
	—	11	240 Um:

H.	M.	S.	Stand der Speichelsäule.
1	7	20	250 wurde auch die Leitung zum Sympathicus hergestellt; die gleichzeitige Reizung beider Nerven (die Ströme für den Sympathicus waren jedoch nicht verhältnissmässig verstärkt worden) ergab nun:
1	7	26	260
	—	31	265
	—	41	275
	—	46	288
	—	57	290
	8	3	295
	—	6	300
	—	24	320
	—	29	325
	—	34	330
	—	40	335
	—	46	340
	—	97	344
	9	18	350

Die beifolgenden Tafeln enthalten die graphischen Darstellungen einiger Bruchstücke der vorstehenden Versuchsreihe.

Ein Grad der Abscissenaxe entspricht einer Secunde, ein Grad der Ordinatenaxe einem Millimeter der Scala der Steigröhre.

Welchem Bruchstücke der Versuchsreihe die einzelnen Curven entsprechen, ersieht man leicht aus der absoluten Zeit, welche an der Abscissenaxe notirt ist. Zur Erleichterung der Uebersicht habe ich überdies jede Curve durch Sternchen in Abschnitte getheilt, welche mit den Worten Sympathicus und Lingualis, Lingualis allein, Sympathicus allein, Nachwirkung u. s. w. bezeichnet sind, was so viel heisst, als: während der gemeinschaftlichen Reizung des Sympathicus und des Drüsenastes vom Lingualis, während der alleinigen Reizung des Drüsenastes vom Lingualis, während der alleinigen Reizung des Sympathicus, während der Unterbrechung aller Reizung u. s. w.

V.

Bildung von Vivianit im Thierkörper.

Von

Hugo Schiff.

Herr Prof. Dr. Friedreich in Würzburg theilt mir mit, dass er bereits im Jahrgange 1856 von Virchow's Archiv (X. Bd. p. 201) eine Mittheilung über den Nachweis krystallinischen Vivianits in der menschlichen Lunge gemacht habe. Meine Mittheilung im 1ten Heft des 4ten Bandes dieser Untersuchungen ist also dahin abzuändern, dass es Herr Prof. Friedreich war, welcher zuerst eine unzweifelhafte, nicht durch Eiseneinfuhr von aussen bewirkte, Vivianitbildung im Thierkörper nachgewiesen hat.

Bern, im März 1858.

VI.

Erklärung.

Herr Brown-Séquard, dessen Verdienste um die Physiologie des Nervensystems jedem Fachgenossen bekannt sind, hat unsre „Untersuchungen über Ursprung und Wesen der fallsuchtartigen Zuckungen bei der Verblutung sowie der Fallsucht überhaupt“ (Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere, Bd. III. H. 1. 1857) einer Besprechung (Journal de la Physiologie de l'homme et des animaux publié sous la direction du Dr. E. Brown-Séquard, T. I. Janv. 1858. p. 201—207) unterzogen, die uns einige Bemerkungen abzwingt.

Vor allen Dingen weisen wir die Eingangs gemachte Behauptung zurück, dass wir geglaubt hätten, die Hauptfragen bezüglich der Fallsucht gelöst zu haben. Wo steht in unsrer Abhandlung auch nur ein Satz, der Herrn Brown-Séquard berechtigte, uns eine so thörichte Anmassung zuzuschreiben? Es dürfte noch manches Jahrhundert vergehen, bis die Physiologie sich rühmen dürfte, diese Aufgabe erledigt zu haben.

Wir hegen nur die bescheidene Ueberzeugung, mit redlichem Streben einen schon von Marshall Hall, Romberg u. A. angedeuteten Weg betreten zu haben, um die Physiologie der Fallsucht versuchsmässig zu begründen, und glauben dabei allerdings mehrere Thatsachen gefunden zu haben, die von Wichtigkeit für die Theorie der Fallsucht sind. Dass zu derselben Zeit so bedeutende Forscher, wie

Herr Brown-Séquard in Frankreich und Herr Schroeder van der Kolk in Holland (dessen neuere Forschungen über Fallsucht Herr Brown-Séquard noch nicht zu kennen scheint), zu vielen, den unseren gleichlautenden oder doch nahekommenden Ergebnissen gelangt sind, das spricht um so mehr für die Genauigkeit unsrer eignen Versuche, als Herr Brown-Séquard, H. Schroeder van der Kolk und wir auf sehr verschiedenen Wegen dieselben Thatsachen constatirten. Das ist begreiflicherweise uns eben so erfreulich, als es die Lehre von der Fallsucht selbst um einen grossen Schritt fördern muss.

Herr Brown-Séquard wahrt den alten Aerzten die Priorität der Erkenntniss, dass die Krämpfe bei Verblutung warmblütiger Thiere denen bei Fallsucht ähnlich seien. Diese Verwahrung war gewiss überflüssig, da wir selbst in unsrer Einleitung die Geschichte dieser Erfahrung mittheilten und fast jedes Lehrbuch der allgemeinen Pathologie davon spricht. Wir eignen uns nur das Verdienst zu, eine genauere Beschreibung dieser Krampfanfälle geliefert zu haben, als vor uns geschah.

Ebenso konnte es uns nicht einfallen, die Entdeckung der Uebereinstimmung zwischen den Krämpfen bei der Strangulation und der Fallsucht für die unsere auszugeben. Wir erkannten die Verdienste M. Halls an und hätten nichts einzuwenden, wenn H. Brown-Séquard selbst bis auf Homer zurückginge, der von den aufgehängten Mägden der Penelope bekanntlich erzählt:

„Also hingen sie dort an einander gereiht mit den Häuptern,
Alle die Schling' um den Hals, des kläglichsten Todes zu sterben,
Zappelten dann mit den Füssen ein Weniges, aber nicht lange."
(Od. XXII. 471.)

Herr Brown-Séquard nimmt für sich selbst die Priorität der Auffindung einiger wichtiger Thatsachen, die wir ebenfalls gefunden haben, in Anspruch, z. B. dass die Krämpfe bei Verblutung nicht vom Grosshirn ausgehen, dass nur der epileptische Schwindel hier seine Quelle habe, dass eine Verengerung der Grosshirngefässe epileptischen Schwindel verursachen könne, dass die Quelle der Zuckungen in den hinter den Sehhügeln gelegenen Theilen des Ge-

hirns zu suchen sei u. s. w., und beruft sich auf seine Researches on Epilepsy, Boston 1856—57, auf seine Mittheilungen dieser Untersuchungen in dem Boston med. and surg. Journ. Nov. 1856 — Oct. 1857, und auf die Veröffentlichung einiger der hier aufgestellten neuen Theorien in einer Mittheilung, die er der Med. Gesellschaft des 12. Arrondiss. von Paris im October 1856 gemacht hat. Jedoch ist H. Brown-Séquard so gerecht, anzuerkennen, dass wir unsere Erfahrungen unabhängig von seinen Veröffentlichungen gewonnen haben und dass wir, was uns die Hauptsache und für die Wissenschaft das Erspriesslichste dünkt, grösstentheils auf anderen Wegen dazu gelangt sind. — Wir hegen die Ansicht, dass der Nachweis einer Priorität nur insofern Bedeutung habe, als er vor dem Vorwurfe eines unehrlichen Plagiates schützt, oder insofern er zur Verbesserung der Lebensstellung des Entdeckers nothwendig erscheint. Der Ruhm selbst aber, diese oder jene Entdeckung zuerst gemacht zu haben, däucht uns zweifelhaft, da nur wenigen grossen Genien der Gegenwart beschieden sein dürfte, die nächsten Jahrhunderte zu überleben. Die Zahl der talentvollen und eifrigen Forscher ist zu gross, und die genaueren Methoden der Forschung sind selbst auf unsrem medicinischen Gebiete allzusehr Allgemeingut geworden. — Wir würden uns deshalb keineswegs betrübt fühlen, wenn H. Brown-Séquard die Palme der Priorität davon trüge, da wir in diesem Falle keinen besonderen Nutzen davon ziehen können. Doch müssen wir bemerken, dass unsre Versuche bis zum Winter 1854—55 zurückgehen, dass seit jener Zeit viele Aerzte von Auszeichnung Zeugen derselben waren, und dass die Ergebnisse derselben schon am 5. December 1856 und 9. Januar 1857 in dem hiesigen, kurz zuvor begründeten, naturhist. medic. Vereine mitgetheilt wurden. (Vgl. Verhandlungen des naturhist. medic. Vereins zu Heidelberg N. I. v. J. 1856 und 1857). — Wenn also Herr Brown-Séquard behauptet, dass die Wahrheiten, die wir unabhängig von ihm und gleichzeitig mit ihm oder sogar noch früher als er, aufgefunden haben, uns nicht angehörten (um uns dieses sonderbaren Wortes zu bedienen), so müssen wir dagegen mit

Entschiedenheit protestiren. Herr Brown-Séquard ist ein viel zu erfahrener Experimentator, als dass er, falls er unsre Schrift genau durchgelesen hat, nicht die Ueberzeugung gewinnen sollte, eine derartige Arbeit, — das Ergebniss von mehr als 100 mühsamen Vivisectionen und eines sorgfältigen Studiums der Geschichte der Unterbindung, Compression und Thrombose der grossen Hals- und Kopfgefässe, — könne anders, als durch mehrjährige Thätigkeit nach einem vorgesteckten Ziele hin gewonnen werden. Und dennoch glaubt er, an einem Federstriche von seiner Seite genüge es, den Stimmberechtigten der wissenschaftlichen Republik die Ueberzeugung aufzudrängen, dass gerade mehrere der wichtigsten Thatsachen, die wir feststellen, „uns nicht gehörten", und dass unser Verdienst, wie er sagt, nur in dem Versuche beruhe, dasselbe leisten gewollt zu haben, was er wirklich geleistet hat? *)

Einige unserer Sätze nennt Herr Brown-Séquard ungenau, und mehrere Schlussfolgerungen irrig. So hatten wir behauptet, die fallsuchtartigen Zuckungen bei der Verblutung rührten nicht von dem Rückenmarke her, da beim Kaninchen die Anämie dieses Organes in der Regel nur Lähmung, selten einige leichte zitternde Bewegungen bewirke. Herr Brown-Séquard giebt das letztere zu, bemerkt aber, dass bei anderen Warmblütern, z. B. einem Hammel nach M. Hall, bei den Vögeln und selbst, jedoch in geringerem Grade, bei der Katze und zuweilen auch beim Hunde nach seinen Erfahrungen Zuckungen eintreten, wenn das Rückenmark plötzlich seines Blutes beraubt würde, zumal wenn man es durch einen Schnitt in der Nackengegend vom Gehirne trenne. Er glaubt deshalb unseren Satz dahin modificiren zu müssen: „Die fallsuchtartigen Zuckungen bei Verblutung rührten nur zu einem kleinen Theile vom Rückenmark her."

*) Wir bemerken noch ausdrücklich, dass unsere Schrift, deren Druck ohne unsere Schuld sich verspätete, dennoch schon im Juli 1857 im deutschen Buchhandel erschien, während das Werk des Herrn Brown-Séquard in Boston erst im October oder November desselben Jahres vom Stapel gelaufen zu sein scheint.

Indem wir den Versuch von M. Hall an dem besagten Hammel, wie wir dies schon ausführlich Seite 6 und 7 unsrer Abhandlung darlegten, abermals für roh und unbeweisend erklären, haben wir dennoch nichts gegen die etwas andere Fassung unseres Satzes von Herrn Brown-Séquard einzuwenden, falls seine eigenen Versuche an Vögeln, Katzen und Hunden wirklich beweisender sind als der von M. Hall. Wir hielten jedoch in diesem Falle die Fassung von Brown-Séquard für noch genauer, und mit dem Ergebnisse unsrer und seiner eigenen Versuche übereinstimmender, wenn sie lautete: „Die fallsuchtartigen Zuckungen bei Verblutung rühren nur zu einem kleinen Theile bei gewissen Thierarten oder Thierindividuen vom Rückenmarke her.“ Daraus folgt aber eben, dass die Rolle des Rückenmarks (oder doch nach unseren Versuchen desjenigen Rückenmarkes, welches vom obersten Drittheile des Halsmarkes sich abwärts erstreckt), beim Zustandekommen der furchtbaren Zuckungen verblutender Thiere eine sehr untergeordnete sein müsse, wie wir dies besonders noch in dem Satze 23 (bei H. Brown-Séquard 22), behaupten. Auch bemerken wir, dass uns Versuche von Compression der Aorta des Bauches bei Menschen bekannt sind, die constant Lähmung, nie aber Zuckungen zur Folge hatten.

Herr Brown-Séquard sieht ferner die eigentliche Ursache der Zuckungen bei der Verblutung und Erwürgung in einer Vergiftung des Gehirns durch Kohlensäure, während wir es wahrscheinlich zu machen suchten, dass sie auf die plötzlich unterbrochene Ernährung zurückzuführen seien und eine Reihe analoger fallsuchtartiger Zuckungen nach den verschiedensten Einwirkungen unter dieses Schema unterzubringen versuchten. Da uns das Werk des Herrn Brown-Séquard über Fallsucht, worin er seine Theorie näher zu begründen unternommen hat, bis jetzt nicht zugänglich war, so können wir nicht beurtheilen, ob seine Gründe geeignet sind, Proselyten in uns zu gewinnen, und wir wollen vorläufig mehrere gewichtige Bedenken dagegen zurückhalten.

Auch hat H. Brown-Séquard drei unserer Corollarien unrichtig übersetzt und sie deshalb nicht verstanden, womit aber ihre Unrichtigkeit natürlich nicht bewiesen sein kann.

1) Wir sagten nicht, dass die Blutarmuth bei Verblutung oder Unterbindung der vier grossen Schlagadern des Halses die kleinen Arterien, die Haargefässe und die kleinsten Venen der Schädelhöhle in gleicher Weise, sondern vorzugsweise, also mehr, als die grossen Gefässe betreffe, und H. Brown-Séquard berichtigt somit am betr. Orte nur einen Uebersetzungsfehler, den wir nicht verschulden.

2) Der Satz 28 (bei H. Brown-Séquard 27) besagt nur, dass wir bei Unterbindung der Halsvenen oder bei gleichzeitiger Unterbindung der Halsvenen und Durchschneidung der sympathischen Grenzstränge des Halses an Kaninchen keine wahren epileptischen Anfälle entstehen sahen, sondern Anfälle von einem mehr apoplektischen Charakter, ausgezeichnet durch sehr langsames schnarchendes Athmen und zuweilen von leichten Zuckungen begleitet. Wir führten in unserer Abhandlung zahlreiche pathologische Beobachtungen vom Menschen an, welche es wahrscheinlich machen, dass die venöse Congestion des Gehirns auch hier keine ächte Epilepsie, sondern Apoplexie mit Glottislähmung, verlangsamtem Athmen und bisweilen begleitet von leichten Zuckungen herbeiführe. Was dagegen H. Brown-Séquard übersetzt, verstehen wir ebensowenig, als er, weil es in der That keinen Sinn hat.

3) Wir behaupten nicht, dass der Laryngismus die Quelle der fallsüchtigen Anfälle sei, sondern dass er eine Quelle derselben sei, eine Quelle von vielen.

Endlich sei bemerkt, dass Herr Brown-Séquard gelegentlich unseres Satzes: „Das linke Herz sei nicht immer das primum moriens unter den muskulösen Organen“, nicht nöthig hatte, auf seine so oft von ihm besprochenen Versuche über Todtenstarre zu verweisen, da diese allenthalben eines verdienten Ruhmes geniessen.

Heidelberg, den 30. März 1858.

A. Kussmaul. — A. Tenner.

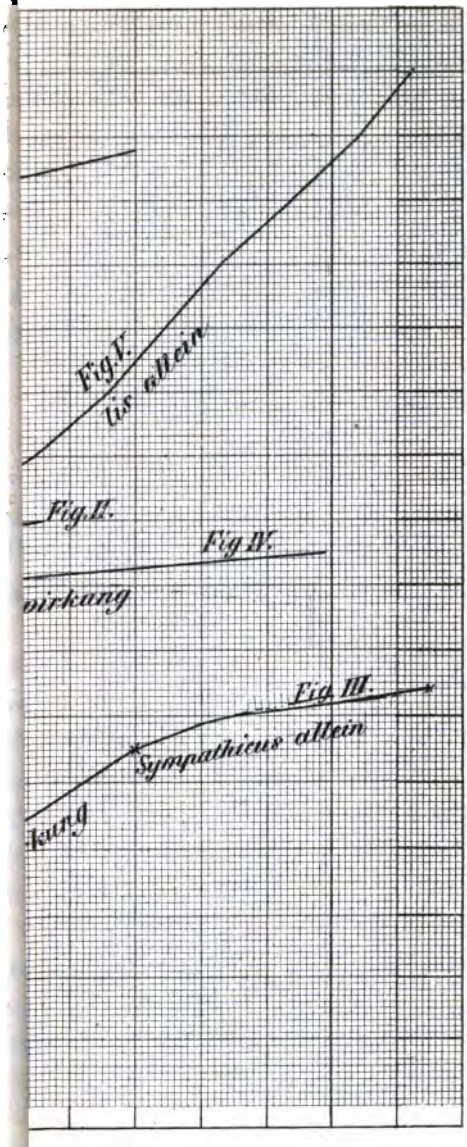
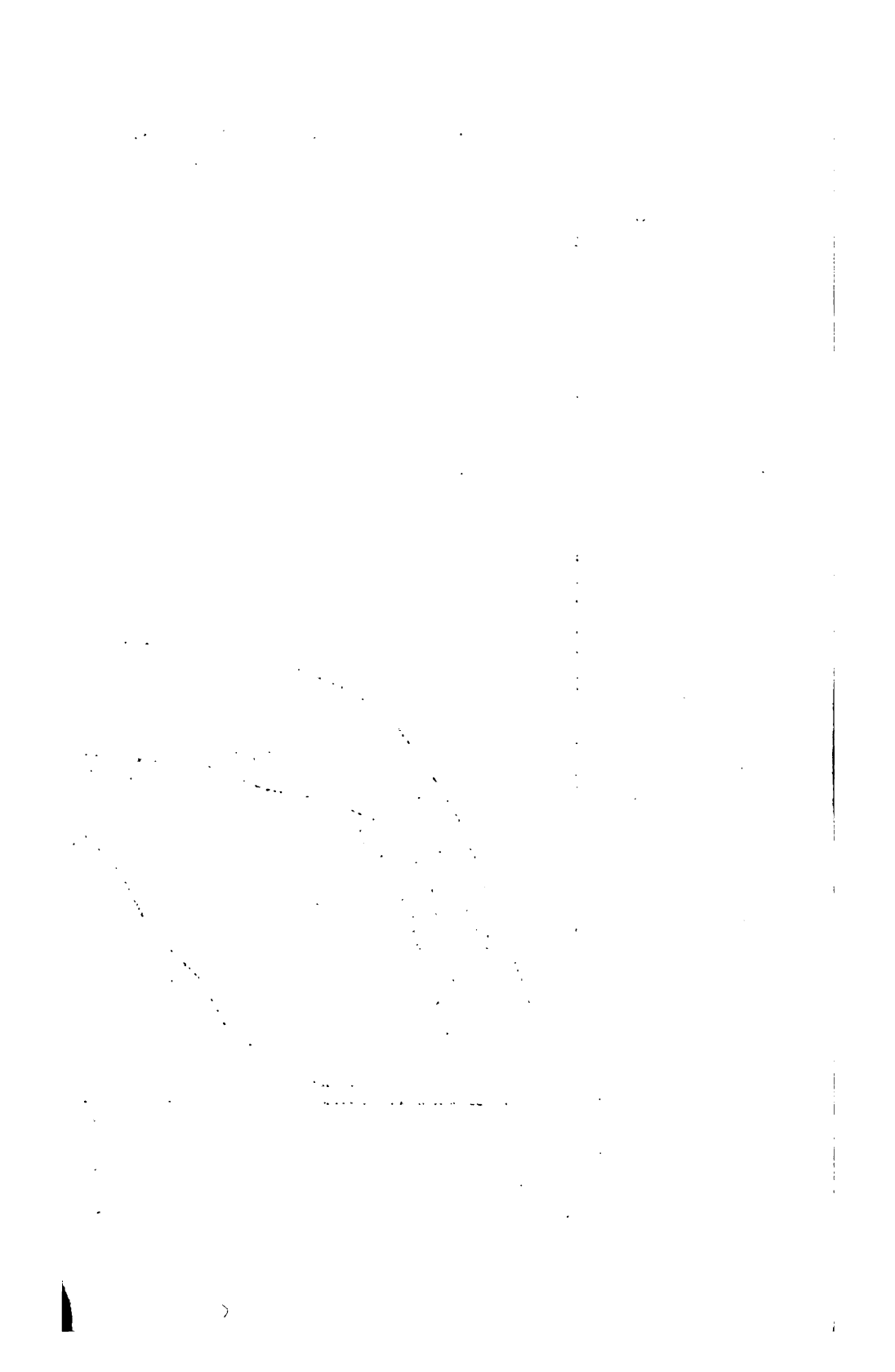


Fig. I.
lis allein
Fig. II.
Fig. IV.
Fig. III.
Sympathicus allein



VII.

Ueber die Dauer und die Anzahl der Ventrikel-Contractionen des ausgeschnittenen Kaninchenherzens.

Von

Joh. Czermak und **G. v. Piotrowski** in Krakau.

Aus den Sitzungsberichten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften von Herrn Czermak mitgetheilt.

Ein ausgeschnittenes Herz schlägt, sich selbst überlassen, bekanntlich noch einige Zeit fort, indem es innerhalb seiner Muskelwandungen ein automatisch erregendes Organ besitzt. Mit Wahrscheinlichkeit verlegt man dasselbe in die, in der Herzsubstanz zerstreuten Ganglien. Die Wirksamkeit dieses Gangliennervensystems, welches man das musculo-motorische genannt hat, ist an verschiedene Bedingungen geknüpft, namentlich an die Gegenwart von O haltigem Blut in den Herzgefässen, an die Erhaltung einer bestimmten Temperatur, und endlich auch an die Zustände der im Herzen verästelten Fasern der N. vagi.

Durch eine hinreichend starke Reizung dieser Vagusfasern, welche das sogenannte regulatorische Nervensystem des Herzens darstellen, wird bekanntlich die Herzthätigkeit in Diastole gehemmt.

Man ist noch nicht im Klaren, wie diese Wirkung des Vagus auf die Herzbewegungen zu Stande kommt; ob die Vagusreizung die Entwickelung selbst oder nur die Fortleitung der nach aussen übertragbaren Kräfte des musculo-motorischen Nervensystems hemmt?

In dieser Beziehung*) schien es uns von einiger Wichtigkeit, zu ermitteln, wie lange und wie oft das ausgeschnittene Herz noch schlägt, je nachdem die Vagi vorher durchschnitten oder einige Zeit hindurch und während des Ausschneidens elektrisch gereizt worden waren.

Wir haben dieser Untersuchung mehr als 60 Kaninchen und viele Stunden in den Monaten Februar bis Juni l. J. geopfert.

Nichtsdestoweniger verkennen wir durchaus nicht, dass die verhältnissmässig bedeutende Zahl unserer Versuche noch viel zu gering ist, als dass einige der von uns erhaltenen Zahlen grosses Vertrauen beanspruchen könnten, obschon andere derselben allerdings kaum einen Zweifel über ihre allgemeine Gültigkeit zulassen.

Es ist uns von vornherein klar gewesen, dass es uns unmöglich sein würde, bei der Ermittelung des Antheils der voraufgegangenen Vaguswirkung an der, als Function der sie erzeugenden Bedingungen aufgefassten, Leistung des ausgeschnittenen Herzens die übrigen, an diesem Vorgange sich betheiligenden Bedingungen auch nur annähernd constant zu erhalten.

Denn hierzu wären wenigstens Kaninchen desselben Wurfes, in gleicher Weise aufgezogen und unter möglichst gleichen Umständen untersucht, erforderlich gewesen, da selbstverständlich ein und dasselbe Thier weder zu gleicher Zeit noch zu wiederholten Malen zu diesen Versuchen benützt werden kann.

---

*) Beiläufig bemerkt auch hinsichtlich der durch Kölliker genauer bekannt gewordenen Wirkung der Chloroforminhalationen auf den Herzschlag. Wir haben schon im November und December 1856 Kölliker's Angaben durch mehrere Versuche bestätigt, und zugleich die neue Thatsache gefunden, dass die eintretende Hemmung des Herzschlages nach Durchschneidung der Vagi nicht ganz ausbleibt. Ueber die Erklärung der Chloroformwirkung könnte somit dieselbe Controverse angeregt werden, welche über die ganz analoge Digitaliswirkung zwischen Traube und Stannius besteht. Wüsste man genau, welchen Einfluss die voraufgehende Vagusreizung oder Lähmung auf die Leistung des aufgeschnittenen Herzens hat, so könnte man das Verhalten des in verschiedenen Phasen der Digitalis- und Chloroformwirkung ausgeschnittenen Herzens zur Beilegung jener Controverse gar wohl mit benützen.

Das k. k. physiologische Institut in Krakau, dessen Gründung freilich erst einige Monate zurückdatirt, ist jedoch noch nicht im Besitze einer eigenen Kaninchenzucht, da zunächst noch dringenderen Bedürfnissen Rechnung getragen werden musste.

Wenn wir uns nun nichtsdestoweniger auf diese Untersuchung einliessen, so lag der Grund einfach in der vielleicht nicht unberechtigten oder doch verzeihlichen Vermuthung, es werde die zu variirende Bedingung (Vaguswirkung) einen viel grösseren Einfluss auf die Erzielung von Differenzen in der Gesammtleistung (Thätigkeit des ausgeschnittenen Herzens) haben, als sich aus unseren Versuchsresultaten unmittelbar ergeben hat.

Dass wir unter solchen Umständen die ganze Untersuchung nicht früher haben fallen lassen und jetzt mit einer zu dem gemachten Aufwande verhältnissmässig geringen Ausbeute an unzweideutigen positiven Resultaten vor die Oeffentlichkeit treten, findet wohl darin eine Entschuldigung, dass wir uns einerseits schon zu tief eingelassen hatten, um die Untersuchung sofort ganz abzubrechen, dass aber andererseits auch die Mittheilnng negativer Resultate mitunter förderlich sein kann und selbst die kleinste positive Errungenschaft niemals ganz werthlos ist.

Wir theilen im Folgenden 60 unserer Versuche (von Nr. 3 bis inclusive Nr. 62) mit, von denen 30 an Männchen, 30 an Weibchen angestellt wurden. Sie sind tabellarisch in drei correspondirenden Reihen zusammengestellt, je nachdem *a)* das Herz einfach ausgeschnitten wurde (Tab. II, *A, B*), *b)* vor dem Ausschneiden desselben die Vagi, so dass das Herz möglichst lange und möglichst oft in Diastole stillstand, elektrisch gereizt (Tab. I, *A, B*), oder *c)* durchschnitten (Tab. III, *A, B*) worden waren.

Hinsichtlich der Ausführung der Versuche sei nur bemerkt, dass das Herz in allen Fällen nach rascher Eröffnung des Thorax in der Medianlinie und des Pericardiums, sammt einem Stücke der grossen Gefässe ausgeschnitten und ohne Zeitverlust auf ein Uhrglas gebracht, unter einer Glasglocke, unter welcher sich zugleich eine Taschenuhr mit Secundenzeiger befand, beobachtet wurde. Die Anzahl der Schläge

der Ventrikel (die der Vorhöfe wurden vernachlässigt) notirten wir von 15 zu 15 Secunden, vom Moment des Ausschneidens an; für die letzten Schläge wurde die absolute Zeit verzeichnet.

Von den Rubriken der einzelnen Tabellen bedürfen nur die mit „Locationsnummern" überschriebenen Doppelrubriken einer kurzen Erklärung. Unter den Locationsnummern verstehen wir die Zahl, welche jedem einzelnen Versuche seine Stelle in der aufsteigenden Reihe anweist, die man erhält, wenn man sämmtliche 60 Versuche entweder nach der Dauer oder nach der Anzahl der Pulsationen anordnet. Jene Versuche, in welchen das ausgeschnittene Herz gleich lang oder gleich oft geschlagen hat, erhalten selbstverständlich die gleiche „Locationsnummer der Dauer" oder „der Anzahl".

Die Summen der Locationsnummern geben Aufschluss darüber, welche der 6 Reihen von Herzen im Allgemeinen länger oder kürzer, häufiger oder seltener pulsirt hat, und dienen somit zur Controle der aus den absoluten Werthen berechneten Mittelzahlen.

Tabelle I.

Betreffend die während der einige Zeit hindurch bestandenen Vagusreizung ausgeschnittenen Herzen.

A. Männchen.

Nummer des Versuchs	Dauer der Vagusreizung	Dauer der Schläge	Anzahl der Schläge	Locationsnummer		Grösse des Thieres	Gewicht in Gramm	Temperatur nach Réaumur
				der Dauer	der Anzahl			
XXIX	5m 0s	5m45s	152	9	7	klein	—	9·5
XII	3·40	9·45	404	23	37	mittel	—	11·5
XXXII	5·30	10·45	207	25	13	klein	319	11·0
LV	7·35	11·28	466	26	44	mittel	778	16·3
XVIII	6·10	11·33	334	28	33	gross	—	12·0
XLII	17·30	12·15	253	31	22	mittel	710	12·0
XXIII	4·32	13·15	407	35	39	gross	—	14·5
XXI	4·20	17·30	492	46	46	gross	—	12·0
LVI	6·40	21·47	556	47	51	mittel	740	16·3
XXVI	4·48	24·47	349	49	34	klein	—	13·5
	Mittel:	13m53s	362	31·9	32·6	—	—	12.86
				B. Weibchen.				
X	10·0	5·35	203	8	20	gross	—	12·0
VI	3·0	5·38	232	10	17	mittel	—	13·0
XLVIII	5·30	9·15	551	21	50	gross	1405·5	16·0
XXXIX	31·15	9·30	146	22	8	gross	1068	11·7
XV	5·45	10·0	398	24	36	mittel	—	13·0
XLIV	4·55	11·36	421	29	42	klein	435·6	15·5
LX	5·27	15·0	286	39	26	klein	545	16·7
LVII	5·50	16·5	398	41	36	mittel	710	16·5
LIX	5·55	16·25	284	43	25	klein	513	16·5
LVHI	6·0	17·7	495	45	47	mittel	742	16·5
	Mittel:	11m39·1s	341·4	28·2	30·5	—	—	14·74
Gesammtmittel aus *A* und *B*:		12m46·05s	351·7	30·05	31·55	—	—	—

Tabelle II.

Betreffend die einfach ausgeschnittenen Herzen.

A. Männchen.

Nummer des Versuchs	Dauer der Schläge	Anzahl der Schläge	Locationsnummer		Grösse des Thieres	Gewicht in Gramm	Temperatur nach Réaumur
			der Dauer	der Anzahl			
XXXVII	5m15s	110	5	3	klein	560	11·5
XXXV	5·15	118	5	4	mittel	770	10·5
IX	7·15	203	9	12	gross	—	13·5
XLVII	7·35	324	16	31	klein	642	14·5
LIII	12· 7	412	30	41	klein	685	15·5
XLIX	12·30	730	32	55	gross	1355	16·0
XL	12·40	283	33	24	mittel	752	12·0
LIV	16·11	613	42	52	mittel	722	15·5
XXXIV	30·52	223	51	14	klein	371	11·0
XLIII	36·55	323	52	30	gross	1135	13·3
Mittel:	14m39·5s	333·9	28·1	26·6	—	—	13·3

B. Weibchen.

XXXI	5m15s	109	5	2	klein	—	10·0
IV	6·26	296	11	27	mittel	—	10·0
XVII	7·0	250	14	23	mittel	—	12·0
XIV	7·45	286	18	26	mittel	—	11·5
VII	8·30	286	20	26	klein	—	13·0
XXVII	9·30	328	22	32	mittel	—	14·0
XX	9·30	410	22	40	gross	—	13·0
LXI	19·55	443	34	43	gross	950	17·0
XXIV	13·30	233	36	18	gross	—	14·5
LXII	14·12	406	37	38	klein	672	17·0
Mittel:	9m27·3s	304·7	21·9	27·5	—	—	13·2
Gesammtm. a. *A.* u. *B*:	12m3 ·4s	319·3	25·0	27·05	—	—	—

Tabelle III.

Betreffend die nach Durchschneidung der Vagi ausgeschnittenen Herzen.

A. Männchen.

Nummer des Versuchs	Zeit v. d. Vagus-durchschn. b. z. Ausschn. d. Herz.	Dauer der Schläge	Anzahl der Schläge	Locationsnummer		Grösse des Thieres	Gewicht in Gramm	Temperatur nach Réaumur
				der Dauer	der Anzahl			
XXXVI	38m35s	5m0s	189	3	8	klein	669	11·5
III	9·0	5·5	145	4	5	klein	—	12·5
XXVIII	5·44	8·15	233	19	18	klein	368	11·0
XXX	5·10	9·15	252	21	21	klein	—	10·0
XLVI	8·41	11·30	226	27	15	klein	699	14·5
XLV	6·55	11·33	539	28	49	gross	1167	15·0
XIX	12·43	12·30	487	32	45	gross	—	13·0
XXII	8·5	15·45	539	40	49	gross	—	14·0
LI	6·16	16·40	635	44	54	gross	1245	15·8
XXVIII	7·25	28·36	882	50	35	gross	—	13·5
	Mittel:	12m24·9s	362·7	26·8	29·9	—	—	13·08

B. Weibchen.

XXXVIII	67m10s	3m15s	86	1	1	mittel	810	11·7
V	8·0	4·42	200	2	10	mittel	—	10·0
VIII	14·30	5·20	307	6	29	klein	—	13·0
XI	10·30	5·30	201	7	11	gross	—	11·5
XIII	9·0	6·52	190	12	9	mittel	—	11·5
XXV	9·25	6·55	238	13	19	mittel	—	9·5
XVI	11·20	7·40	305	17	28	mittel	—	12·0
XLI	31·0	8·15	231	19	16	mittel	769	12·0
LII	6·17	14·25	630	38	53	gross	985	15·8
L	7·55	22·30	502	48	48	gross	1558	15·8
	Mittel:	8m32·4s	289·0	16·3	22·4	—	—	12·28
Gesammtmittel aus *A* und *B*:		10m28·65s	325·81	21·55	26·15	—	—	—

Wir formuliren in Kürze die aus den mitgetheilten Tabellen sich ergebenden Resultate wie folgt:

1. Das ausgeschnittene Kaninchenherz*) kann, sich selbst überlassen, bei mittlerer Zimmertemperatur, über eine halbe Stunde fortschlagen. Die beobachtete untere Grenze der Dauer ist 3 Min. 15 Sec. bis 5 Min. 45 Sec. Als Mittel aus allen 60 Versuchen ergiebt sich eine Dauer von 11 Min. 46.33 Sec.

2. Das ausgeschnittene Kaninchenherz kann noch über 700 Schläge machen. Die beobachtete untere Grenze sind 86 bis 109 Schläge; im Gesammtmittel = 332.366.

3. Unter ähnlichen Bedingungen schlägt das ausgeschnittene Herz der Männchen ♂ länger und öfter, als das der Weibchen ♀. Dies ergiebt sich für die Dauer widerspruchslos sowohl aus den Mittelzahlen der absoluten Werthe und der Locationsnummern, als auch aus den meisten Grenzfällen der einzelnen Tabellen; für die Anzahl der Schläge machen nur die Locationsnummern von Tabelle II eine Ausnahme. (Vgl. Tab. IV.)

4. Das nach der Reizung der Vagi ausgeschnittene Herz schlägt im Allgemeinen länger und öfter, als das nach Durchschneidung der Vagi ausgeschnittene Herz.

Dies gilt natürlich übereinstimmend für Männchen wie für Weibchen und ergiebt sich hinsichtlich der Dauer der Schläge widerspruchslos nicht nur aus den Mittelzahlen der absoluten Werthe und der Locationsnummern der beiden ganzen Tabellen I und III, sondern auch ihrer einzelnen, Männchen und Weibchen betreffenden

*) Es sind, wie gesagt, nur die Kammer-Contractionen genauer berücksichtigt worden. Bezüglich der Vorhöfe bemerken wir beiläufig, dass sie sich in den meisten Fällen öfter zusammenzogen als die Kammern, in einigen Fällen jedoch gar nicht. Die Vorhöfe pulsirten gleich lange Zeit wie die Kammern, nach Durchschneidung der Vagi in 11, nach Reizung der Vagi in 6, bei einfach ausgeschnittenen Herzen in 9 Fällen. Länger als die Kammern schlugen die Vorhöfe nach Durchschneidung der Vagi in 6, nach Reizung der Vagi in 10, nach einfacher Ausschneidung des Herzens in 6 Fällen. Unter diesen letztern ist ein Fall (Nr. XX), ein grosses Weibchen betreffend, in welchem die Vorhöfe über 1 Stunde und 18 Minuten pulsirten.

Hälften (vgl. Tab. IV.), so wie aus der Vergleichung aller unteren Grenzfälle; hinsichtlich der Anzahl der Schläge machen wesentlich nur die Mittel der absoluten Werthe bei den Männchen eine Ausnahme. (Vgl. Tab. IV.)

5. Das einfach ausgeschnittene Herz hält in Bezug auf die Dauer und Anzahl der Pulsationen die Mitte zwischen dem nach Reizung der Vagi und dem nach Durchschneidung der Vagi ausgeschnittenen Herzen.

Diesen Satz möchten wir jedoch nur mit der grössten Zurückhaltung aufstellen, da demselben bei den Männchen die einfachen Mittelzahlen sowohl der absoluten Dauer und Anzahl der Schläge als der Locationsnummern der Anzahl widersprechen. (Vgl. Tab. IV.)

Tabelle IV.

Zusammenstellung sämmtlicher Mittelzahlen.

	Einfache Mittelzahlen der				Gesammt-Mittelzahlen der			
	absol. Werthe	Locations-nummern	absol. Werthe	Locations-nummern	absol. Werthe	Locations-nummern	absol. Werthe	Locations-nummern
	der Dauer		der Anzahl		der Dauer		der Anzahl	
Tab. I.	♂ 13·53 ♀ 11·39,1	31·9 28·2	362 341·4	32·6 30·5	12·46,05	30·05	351·7	31·55
Tab. II.	♂ 16·39,5 ♀ 9·27,3	28·1 21·9	333·9 304·7	2·6 27·5	12·3,4	25·0	319·3	27·05
Tab. III.	♂ 12·24,9 ♀ 8·32,4	26·8 16·3	362·7 289·0	29·9 22 4	10·28,65	21·55	325·81	26·15

6. Eine Beziehung zwischen der Leistung des ausgeschnittenen Herzens und der Grösse des Thieres, dem Gewichte des Thieres oder der innerhalb geringer Grenzen schwankenden Lufttemperatur liess sich nicht entdecken.

7. Wenn man nun auch (in Anbetracht der allerdings nichts weniger als vorwurfsfreien Anordnung der Untersuchung, so wie des geringen Unterschiedes der Mittelzahlen für einfach, oder nach vor-

aufgehender Vagusdurchschneidung oder Reizung ausgeschnittener Herzen, ferner in Anbetracht der grossen absoluten Schwankungen hinsichtlich der Dauer und Anzahl der Schläge) das Hauptresultat unserer Bemühungen als ein wesentlich negatives bezeichnen und dahin formuliren wollte, dass die voraufgehende Vagusreizung oder Durchschneidung anscheinend von keinen erheblichen Folgen für die Grösse der Leistung des ausgeschnittenen Herzens sei, so dürfte man als Endergebniss unserer Untersuchung, wie uns dünkt, dennoch mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass durch die Wirkung des gereizten Vagus nicht sowohl die Entwickelung der nach aussen übertragbaren Kräfte des musculo-motorischen Nervensystems selbst, sondern wesentlich nur die Uebertragung dieser Kräfte auf die Muskelsubstanz gehemmt und regulirt werde, da im entgegengesetzten Falle das nach Reizung der Vagi ausgeschnittene Herz, welches während der Dauer der Reizung, wo es in Diastole stillsteht und deshalb verhältnissmässig am unvollkommensten mit O haltigem Blute versorgt wird, wohl auch ohne Zweifel (trotz der Steigerung der Erregbarkeit der in Diastole ruhenden Muskeln) am kürzesten und am wenigsten häufig schlagen müsste, was gewiss nicht der Fall ist.

VIII.

Ueber lebend nach Berlin gelangte Zitterwelse aus West-Afrika.

Von

E. du Bois-Reymond *).

Fast möchte man es, im Sinne Newton's, eine Anwandlung der Natur nennen, dass es ihr gefallen hat, aus der Unzahl der Geschöpfe drei Fische, und zwar der verschiedensten Art, nach Willkür herauszugreifen, um sie mit elektromotorischen Vorrichtungen von furchtbarer Gewalt als einer Waffe auszustatten, neben welcher der Giftzahn der Klapperschlange, ja die nordamerikanische Drehpistole, als eine plumpe und armselige Erfindung erscheint; einer Waffe die, ohne ihren Träger der Gefahr blosszustellen, lautlos und mit Blitzesschnelle in die Entfernung reicht, und minutenlang eine secundendicht gedrängte Reihe von Geschossen schleudert, deren keines fehlen kann, weil alle auf allen Punkten des Raumes gleichzeitig vorhanden sind. Ohne Verletzung, ohne Todeskampf, gleichsam aufs feinste gemordet, treibt das Opfer der Entladung mit elektrolysirtem Hirn und Rückenmark dahin, oder, wie Claudius Claudianus es anmuthig geschildert, an der feuchten Schnur fliegt die geheimnissvolle Kraft empor, und des nämlichen Entsetzens voll, dem sich Musschenbroek um den schönsten Thron der Welt nicht zum zweiten Mal preisgeben mochte, lässt der Fischerknabe auf dem Felsen seine Angelruthe ins Meer fallen und die heimtückische Beute im Stich [1]).

---

*) Aus den Monatsberichten der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin vom Herrn Verfasser mitgetheilt (Oeffentliche Sitzung am 28. Jan. 1858).

Kein Wunder daher, wenn diese Thiere schon längst, bei den Vätern unserer Bildung an den Küsten des Mittelmeers, wie bei den Orinoko-Indianern und den Arabern des Nils, der Gegenstand eines ahnungsvollen Staunens gewesen, so dass Galen die Narke mit dem Herakleischen Steine als ein verwandtes Räthsel zusammenstellt[2]), während in den Heil- und Zauberkräften, die allerwärts vom Volk den Zitterfischen zugeschrieben werden, die Anfänge der Elektrotherapie zu suchen sind[3]). Kein Wunder, wenn, nachdem endlich 1773 durch Walsh die elektrische Natur der Erscheinung festgestellt worden[4]), an der Entdeckung der Säule Volta selber Nichts mehr Freude gemacht zu haben scheint, als das Licht, das sie, kraft ihrer augenfälligen Aehnlichkeit mit einem elektrischen Organ, auf die Elektricitätserzeugung in letzterem zu werfen versprach[5]).

Und doch ist das Interesse, welches die Zitterfische damals einzuflössen vermochten, nur gering im Vergleich zu dem, auf welches sie heutzutage Anspruch haben. Bis vor Kurzem stellten diese Thiere gewissermassen ein Curiosum, ein ἅπαξ λεγόμενον der Natur dar. Nur die nächsten Verwandten der Torpedineen, die gewöhnlichen Rochen, und einige Knochenfische (ausschliesslich Bewohner afrikanischer Flüsse) besitzen Organe, in denen man die Grundzüge der elektromotorischen Organe wiedererkennt. Doch hat man bis jezt noch keine elektrischen Wirkungen jener Organe beobachtet[6]), die man demnach, so lange nicht entweder dies gelungen oder eine andere Function derselben ermittelt ist, als pseudoelektrische Organe von den ächten elektrischen Organen wird geschieden halten müssen.

Allein die Nerven und Muskeln sämmtlicher Thiere und des Menschen sind jezt als der Sitz eines unablässigen elektrischen Getriebes erkannt. Es ist gewiss, dass diese elektrische Thätigkeit der Muskeln und Nerven aufs innigste verknüpft ist mit ihren sonstigen Leistungen, und es ist wenigstens in hohem Maasse wahrscheinlich, dass die elektrischen Erscheinungen nicht bloss gleichgültige Begleitzeichen, sondern die wesentliche Ursache sind der inneren Bewegungen, aus denen sich der Vorgang in den Nerven bei der Innervation, in den Muskeln bei ihrer Verkürzung zusammensetzt[7]).

Jetzt also erscheinen die elektromotorischen Organe der Zitterfische nicht mehr wie früher als ein in seiner Vereinzelung fast sinnloser Ausnahmsfall. Sie erscheinen vielmehr als eine besondere Anwendung, welche die bildende Natur von einem allgemeinen Attribut in bestimmten Thieren zu einem bestimmten Zweck gemacht hat, wie sie anderwärts mit Gliedmaassen und Schweif, mit Zähnen, Stirnhöckern und Horngebilden aller Art, mit den verschiedensten Absonderungen verfahren ist. Sind damit auch die elektrischen Organe ihrer Erklärung um etwas näher gerückt, so ist denselben doch, was sie dergestalt an Wunderbarkeit verloren, überreichlich ersetzt durch die Hoffnung, die sich jetzt an die Erforschung derselben knüpft, dadurch zugleich die Lösung der grossen Aufgaben der allgemeinen Nerven- und Muskelphysik gefördert zu sehen. Bei der Untersuchung der Zitterfische handelt es sich fortan nicht mehr bloss um ein paar absonderliche Thatsachen, um das Abenteuer, statt des herkömmlichen, im Aether schwebenden Aars, die Bewohner der Tiefe mit Jovis Blitzen spielen zu sehen. Sondern jeder der drei elektrischen Fische für sich stellt ein von der Natur angestiftetes unschätzbares Experiment dar, worin uns die nämlichen Kräfte, wie in Nerv und Muskel, aber anders angeordnet, durch andere Wirkungen ihr Wesen leichter zu enthüllen versprechen [8]).

Wie schmerzlich musste es demnach noch vor Kurzem empfunden werden, dass von diesen uns so spärlich zugemessenen Experimenten der Natur das eine bisher fast ganz unbenutzt geblieben war. Der Zitterroche des Mittelmeers war seit der Wiederbelebung der Wissenschaften im 17. Jahrhundert unzähligemal in jeder Beziehung untersucht worden. Den Zitteraal, den südamerikanischen Temblador, hatte Hr. von Humboldt in seiner Heimath, den Sumpfwassern von Calabozo, aufgesucht, und war Zeuge seines wunderbaren Kampfes mit den Steppenrossen gewesen. Dieser Fisch war überdies bereits mehrmals lebend nach Europa gebracht worden. Ueber den Zitterwels dagegen oder *Malapterurus electricus*, der die Flüsse Afrika's bewohnt und auf dem Fischmarkt zu Kairo keine seltene Erscheinung ist, der also nächst dem Zitterrochen den europäischen Gelehrten

am leichtesten zugänglich schien, über diesen elektrischen Fisch besass man bis zum vorigen Jahr nur vereinzelte anatomische Angaben [9]), und die Kenntniss seiner elektrischen Kraft beschränkte sich schlechterdings noch immer auf das, was vor 107 Jahren Adanson am Senegal bereits wusste, dass er nämlich einen elektrischen Schlag ertheilt [10]).

Diesem Mangel ist durch eine glückliche Verkettung von Umständen plötzlich dermassen abgeholfen worden, dass jetzt vielmehr der Zitterwels dem Zitterrochen den Rang des anatomisch am besten gekannten Zitterfisches streitig macht, und in physiologischer Beziehung daran wenigstens die nächsten und wichtigsten Fragen mit genügender Sicherheit beantwortet sind.

Ein in Kairo ansässiger deutscher Forscher, Hr. Bilharz, Professor der Anatomie an der medicinischen Schule daselbst, hat nämlich im vorigen Jahr eine mit allen neueren Hülfsmitteln ausgearbeitete anatomische Beschreibung des Zitterwelses bekannt gemacht. Er hat sich dabei, allem Anschein nach, das Verdienst erworben, zuerst zu einer klaren Einsicht in den wesentlichen Bau eines elektrischen Organs gelangt zu sein. Ein solches Organ ist nach ihm, abgesehen von denjenigen Theilen, die zur Stütze und zur Ernährung dienen, zu betrachten als eine unmittelbare Fortsetzung des Nervensystems. Es liegen nämlich darin in ungeheurer Anzahl winzige Plättchen hinter- und nebeneinander geschichtet, deren Substanz sich in Nichts von der der Ganglienzellen in Hirn und Rückenmark unterscheidet. Diese Plättchen hängen, auf gleich näher zu bezeichnende Art, mit dem elektrischen Nerven zusammen. Sie sind der Sitz der Elektricitätsentwicklung, d. h. auf Befehl des elektrischen Nerven wird an allen Plättchen die nach derselben Seite hinsehende Fläche positiv, die andere Fläche negativ elektrisch. Die Plättchen werden deshalb die elektrischen Plättchen genannt. Die Richtung des Schlages ist demgemäss stets senkrecht auf die Ebne der Plättchen. Im Zitterrochen, wo die Plättchen wagerecht liegen, ist die Richtung des Schlages senkrecht, nämlich im Organ vom Bauch zum Rücken. Im Zitteraal, wo die Plättchen senkrecht liegen, ist die Richtung des Schlages

wagerecht, nämlich im Organ vom Schwanz zum Kopfe. Beim Zitterwels liegen, nach Hrn. Bilharz, die Plättchen gleichfalls in senkrechter Ebne. Man wird also schliessen dürfen, dass bei diesem Fisch, wie beim Zitteraal, die Elektricitätsbewegung in wagrechter Ebne vor sich gehen werde. Was aber wird die Richtung des Schlages sein? Wird, im Augenblick desselben, die positive Elektricität vom Schwanz nach dem Kopf zu strömen, oder mit anderen Worten, wird die vordere Fläche der elektrischen Plättchen die positiv, die hintere die negativ elektrische werden, wie im Zitteraal, oder wird das Umgekehrte der Fall sein?

Auch in Betreff dieses Punktes schienen die Untersuchungen des Hrn. Bilharz bereits einen Schluss zu erlauben. Der oben erwähnte Zusammenhang der elektrischen Plättchen mit dem Nervensystem besteht nämlich darin, dass der elektrische Nerv sich durch fortschreitende Theilung in unzählige Endzweige auflöst, die sich zuletzt in die eine Fläche der elektrischen Plättchen einsenken, um vollständig mit deren Substanz zu verschmelzen. Dies Einsenken der letzten Nervenenden nun geschieht beim Zitterrochen sowohl als beim Zitteraal ausschliesslich in die im Augenblick des Schlages negative Fläche der elektrischen Plättchen, bei dem ersteren Thier also in die untere, bei dem letzteren in die hintere Fläche derselben. Bei dem Zitterwels nun glaubte Hr. Bilharz ebenfalls gefunden zu haben, dass die Nerven sich in die hintere Fläche der elektrischen Plättchen einsenken, und er hatte darauf den Schluss gegründet, dass bei diesem Fisch wie beim Zitteraal im Augenblick des Schlages die hintere Fläche die negative, die vordere die positive, oder dass der Schlag im Organ von hinten nach vorn gerichtet sein werde. Und bei diesem Schluss hatte es Hr. Bilharz bewenden lassen müssen, ohne im Stande zu sein, denselben auf die Probe des Versuches zu stellen, weil nach seinen und nach Hrn. Markusen's Berichten [11]) die Beschaffung lebender Zitterwelse in Kairo mit unüberwindlichen Schwierigkeiten verknüpft ist, die ihren Grund in den Beschränkungen haben, denen behufs der Steuererhebung der Fischverkauf in Bulak seitens der vicekönigl[ichen] Regierung unterliegt. Nur Hrn. Dia-

manti in Kairo, einem Schüler des Hrn. Matteucci, ist es durch besondere Vergünstigung des Vicekönigs vor Jahren eine Zeitlang vergönnt gewesen, lebende Zitterwelse zu untersuchen; es hat aber nie etwas von seinen Ergebnissen verlautet [12]).

Während so die in Aegypten geführte Untersuchung in dem Augenblick in's Stocken gerieth, wo sie durch die in nahe Aussicht gestellte Entdeckung eines Zusammenhanges zwischen Anordnung der Nerven und Richtung des Schlages im Organ die spannendste Wendung nahm, sollte plötzlich, von einer Seite her, von der aus es am wenigsten zu erwarten war, der Weg zu ihrer Fortsetzung gebahnt werden.

In Creek Town, etwa 12 deutsche Meilen aufwärts am schlammigen Brackwasser des Oldcalabar-Stromes, der östlich vom Niger, mit demselben ein gemeinsames von Fieberhauch verpestetes Delta bildend, sich unter scheitelrechter Sonne in die Bai von Benin ergiesst [13]), haben muthvolle schottische Missionare die Stätte ihrer Wirksamkeit aufgeschlagen, und haben, inmitten der Gefahren und Mühseligkeiten ihres Berufs, neben den Interessen der Religion die der Wissenschaft nicht aus den Augen verloren. Von dort waren schon im Jahr 1855 unter anderen Naturmerkwürdigkeiten, Weingeistexemplare des Zitterwelses nach Edinburgh gesandt, und von Hrn. Andrew Murray daselbst unter dem Namen *Malapterurus Beninensis* als neue Species beschrieben worden [14]). Im vorigen Sommer hat Mrs. Anderson, die Gattin eines jener Missionare, es unternommen, drei lebende Exemplare derselben Species von Creek Town nach Edinburgh zu bringen [15]). Mit jener Hingebung und Ausdauer, wodurch bei einer ernsteren Gelegenheit ihre Landsmänninnen zur selben Zeit sich unvergänglichen Ruhm erwarben, hat diese Dame, trotz unterwegs erlittenem Schiffbruch, ihren Vorsatz glücklich ausgeführt. In Edinburgh gelangten die Fische in die Hände des Hrn. Goodsir, des würdigen Nachfolgers der Monro's auf dem Lehrstuhl der Anatomie und Physiologie daselbst. Professor Goodsir, der gerade im Begriff stand nach Berlin zu reisen, hatte die ausserordentliche Zuvorkommenheit, einen der Fische mitzubringen,

und ihn den Berliner Physiologen zu übergeben, bei denen er Grund hatte, ein besonderes Interesse dafür zu vermuthen. Dies geschah am 8. August. Als er aber fand, dass man hier bereit sei, sich dem Gegenstand mit allen Kräften zu widmen, liess Hr. Goodsir auch noch die beiden anderen Fische über Leith und Hamburg nachkommen, wo ich sie am 26. August an Bord des Tantallan in Empfang nahm.

Die drei Fische waren beziehlich 6, 8 und 9 Zoll lang. Die beiden grösseren waren Weibchen, das Geschlecht des kleinsten hat nicht bestimmt werden können.

Es fehlt an genauer Auskunft, wie und unter welchen Vorsichtsmassregeln sie die Reise von ihrer Heimath bis nach Schottland zurücklegten. Von Edinburgh hierher wurden sie jeder einzeln in einem gewöhnlichen Goldfischbecken mit einigen Wasserpflanzen gebracht, welches in einem genau passenden Deckelkorbe in der Kajüte aufgehängt war.

Hier angelangt wurden die Fische in meinem Laboratorium im Universitätsgebäude anfänglich jeder einzeln in einer flach cylindrischen Wanne aus sogenanntem Gesundheits-Geschirr von elf Zoll Durchmesser und fünf Zoll Tiefe gehalten. Diese Wannen wurden vier Zoll hoch mit dem filtrirten Spreewasser der hiesigen Wasserwerke gefüllt, zu dessen Herbeischaffung, da das Universitätsgebäude noch nicht mit Leitungsröhren versehen ist, Hr. Director Gill mit grosser Freundlichkeit die Hand bot. Alle zwei Tage wurden die Wannen mittelst eines Hebers so weit geleert, dass der Rücken des Fisches bloss lag, und mit frischem Wasser gefüllt. Auf dem Boden der Gefässe befand sich etwas Gartenerde. Im Wasser schwammen einige Wasserpflanzen, *Hydrocharis*, *Kallitriche*, *Valisneria*, *Lemna* u. d. m., die von Zeit zu Zeit erneuert wurden. In Creek Town gingen lebende Zitterwelse, die zur Einschiffung nach Europa bereit gehalten wurden, dadurch zu Grunde, dass sie Nachts aus ihren Behältern sprangen. Es wurden deshalb über die Wannen weitmaschige, lackirte, unten glatte Eisendrahtnetze angebracht. Die Temperatur des Wassers hielt sich in dieser Zeit ohne weitere Bemühung be-

ständig auf 18—20° C., wobei sich die Fische vollkommen wohl zu befinden schienen.

Die in Edinburgh untersuchten Weingeistexemplare enthielten in ihrem Darm Reste von Süsswassercrustaceen. Es wurde daher anfangs der Versuch gemacht, die Fische mit solchen Thieren (*Gammarus, Asellus, Daphnia* u. d. m.) zu füttern. Die Beschaffung derselben hatte jedoch, wegen des niedrigen Wasserstandes im verflossenen Sommer, grosse Schwierigkeiten, und da in Edinburgh erkannt worden war, dass der mittelgrosse Fisch auch Regenwürmer fresse, so wurden die Crustaceen, vielleicht zur Unzeit, gegen Regenwürmer vertauscht. Der erwähnte Fisch frass davon in der That mit solcher Begier, dass er die Würmer aus der Pinzette nahm, und, wie nach mehr verlangend, an die Oberfläche stieg, so dass man ihn bis zu einem gewissen Grade als gezähmt ansehen durfte. Er schluckte die Würmer, ohne denselben einen Schlag zu ertheilen, mit einer raschen Saugbewegung ein. Auch der kleinste Fisch hat Würmer gefressen, die in seine Wanne geworfen wurden. Der grösste Fisch dagegen liess sich die Würmer um die Bartfäden ringeln, ohne zu schlagen, oder sich sonst darum zu kümmern und es ist zweifelhaft, ob er je davon gefressen.

Da indessen damals zu erwarten stand, dass auch er sich zuletzt zu dieser Kost bequemen werde, die dem mittleren Fisch so zu behagen schien, so war die beste Aussicht vorhanden, diese wunderbaren Geschöpfe ebenso, wie es bereits mehrmals mit dem Zitteraal geglückt ist, lange Zeit, vielleicht Jahre lang am Leben zu erhalten. Diese Hoffnung ist nicht in Erfüllung gegangen. Gegen Anfang November fingen die Fische zu kränkeln an. Während sie im gesunden Zustand an der dunkelsten Stelle des Bodens ihrer Wanne mit weit ragenden Bartfäden unbeweglich ruhten, sah man sie jetzt, ihrer Lichtscheu vergessen, theils auf den Schwanz gestützt, theils krampfhaft mit den Brustflossen arbeitend, ängstlich an der Oberfläche nach Luft schnappen. Erneuerung des Wassers, die kräftigste Lüftung desselben mittelst des Blasebalges, brachten nur vorübergehend Ruhe.

Die Wahl der vorher beschriebenen, verhältnissmässig kleinen Gefässe zur Aufnahme der Fische hatte zum Zweck gehabt, mit den Fischen in den nämlichen Behältern, worin sie lebten, ohne weiteres experimentiren zu können, was in einer ausgedehnten Wassermasse nicht möglich gewesen wäre, und dies Verfahren hatte sich ja bis dahin in jeder Beziehung bewährt. Jetzt freilich musste jede andere Rücksicht zunächst weichen vor der auf die Erhaltung der Fische. Glücklicherweise hatte ich, mit Unterstützung der Akademie, bereits den Bau einer grösseren Vorrichtung begonnen, welche zum Zweck hatte, den Thieren den Winter über in ihren Wannen eine gleichmässige Temperatur zu sichern. Diese Vorrichtung wurde jetzt dahin abgeändert, dass an die Stelle der drei Wannen ein einziger Trog aus Spiegelplatten trat, vier Fuss lang, anderthalb Fuss breit und zwei Fuss tief. Zwei Zoll hoch wurde der Trog mit Erde, und bis zu zwei Zoll vom Rande mit Wasser gefüllt. Hr. Braun hatte die Güte, vom königlichen botanischen Garten aus diesen Trog in einen kleinen tropischen Teich verwandeln zu lassen, in dem erfrischende Pistien, nebst Pontederien und afrikanischen Nymphäen, den Fremdlingen während des nordischen Winters so viel wie möglich die heimathliche Umgebung vorspiegeln sollten. Durch den Trog wurde Tag und Nacht ein Strom frischen Brunnenwassers geleitet. Um die Temperatur beständig auf der richtigen Höhe zu erhalten, wurde der Trog in einen fünf Fuss langen, zwei Fuss breiten und 13 Zoll tiefen, mit Wasser gefüllten Zinkkasten gestellt, der mit Holz und einer Schicht Sägespäne bekleidet war und dessen Deckel luftdicht an die Spiegelplatten des Troges schloss. Das Wasser im Zinkkasten wurde von einem seitlich angebrachten kleinen kupfernen Kessel aus mittelst einer Tag und Nacht brennenden Oellampe mit doppeltem Luftzuge dergestalt erwärmt, dass das im Trog schwimmende Thermometer beständig 18—19° C. zeigte.

Diese kostspieligen und mühseligen Vorkehrungen, die am 6. November in Gang kamen, erfüllten ihren Zweck so weit, dass der grosse Fisch, der überhaupt am wenigsten die beschriebenen Krankheitssymptome gezeigt hatte, völlig wiederhergestellt wurde,

und noch über zwei Monate in dem Aquarium bei guter Gesundheit lebte, ohne jedoch im Stande zu sein, wie er es in Edinburgh that und anfangs auch hier vermocht hätte, die darin ausser ihm befindlichen Goldfische, Giebel, Stichlinge u. d. m. zu erschlagen. Er wählte sich den Ort, wo zwischen Gestein und wuchernden Anacharismassen das kalte klare Brunnenwasser hineinrieselte, um daselbst, wenn er nicht mit dem Kesser zu Versuchen herausgeholt wurde, wenigstens den Tag über unbeweglich auf dem Grunde zu liegen.

Den mittleren Fisch zu retten, der die vielen Regenwürmer gefressen hatte, reichte leider auch diese möglichst vollkommene Nachahmung seiner natürlichen Lebensbedingungen nicht aus. Er wurde am 11. November todt gefunden, ehe ich mich hatte entschliessen können, ihn zu solchen Versuchen zu verwenden, die seinen Tod herbeiführen mussten, und zwar in einem Zustand, in dem er kaum noch zu feineren anatomischen Zwecken tauglich war, und der darauf deutete, dass er, der steten Beaufsichtigung ungeachtet, bereits vor einiger Zeit gestorben und unten im Kraut stecken geblieben sein musste. In der That hatte man ihn in den letzten Tagen nicht an der Oberfläche gesehen, dies war aber vielmehr als ein Zeichen der Genesung ausgelegt worden.

Da der kleinste der drei Fische, trotz der Versetzung in's Aquarium, zu kränkeln fortfuhr, so opferte ich diesen, um einem ähnlichen Missgeschick vorzubeugen, am 23. November.

Der grosse Fisch schien sich am 31. December noch vollkommen wohl zu befinden, nachdem er aller Wahrscheinlichkeit nach im Lauf des Decembers, wo es wieder gelang Flohkrebse zu erhalten, Nahrung zu sich genommen hatte. Er erkrankte aber kurz darauf und starb, leider abermals unerwartet, während der Nacht zum 12 d., als ich schon mit den Vorbereitungen zu den Versuchen beschäftigt war, bei denen er getödtet werden sollte. Doch war er, als er am Morgen todt gefunden wurde, zu einer gewissen Klasse wichtiger Versuche glücklicherweise noch nicht unbrauchbar.

Dies ist die Geschichte der drei ersten Zitterwelse, welche lebend nach Europa, ja, mit Ausnahme der von Hrn. Diamanti ohne be-

kannten Erfolg untersuchten, meines Wissens überhaupt in die Hände eines experimentirenden Physiologen gelangt sind. Ehe ich dazu schreite, Rechenschaft abzulegen von diesem kostbaren, mir vom Ausland anvertrauten Pfunde, in dessen Besitz ich oft eine schwere Verantwortlichkeit empfand, möchte ich Folgendes zu bedenken geben.

Von der Ankunft des kleinsten bis zum Tode des grössten Fisches sind über fünf Monate verflossen. Im Vergleich zu dieser Frist wird die gewonnene Ausbeute vielleicht nur spärlich erscheinen.

Erstens aber pflegt man sich einen übertriebenen Begriff von dem zu machen, was mit einem oder einigen wenigen lebenden Zitterfischen aufgestellt werden kann, deren Leben geschont werden soll. Bei weitem die meisten und wichtigsten Fragen erfordern Versuche, bei denen die Thiere geopfert werden müssen. Von diesen hat selbstverständlich nur ein sehr kleiner Theil bei Gelegenheit der Tödtung des kleinsten und des Todes des grössten Fisches erledigt werden können.

Was sodann die am lebenden Thier, ohne unmittelbare Gefahr für dasselbe, ausführbaren Versuche betrifft, so befand ich mich meinen Fischen gegenüber einigermassen in der Lage des Mannes in der Fabel, dem eine Henne jeden Morgen ein goldnes Ei legt. Jetzt, wo die ungemeine Leistungsfähigkeit und Ausdauer der Zitterwelse bekannt ist, kann ich mir freilich selber am besten sagen, dass ich, auch wenn die Fische schneller zu Grunde gegangen wären, denselben vermuthlich mit Leichtigkeit die doppelte Menge elektrischer Kräfte zur Verwerthung im Experiment entlockt haben könnte, hätte ich nur von vorn herein rücksichtslos meine Zwecke verfolgt. Anstatt dessen habe ich damals eine unersetzliche Zeit damit verloren, Schritt für Schritt auszumitteln, welche Leistungen ich wohl ohne Gefahr den fastenden, allen natürlichen Lebensbedingungen entrückten Thieren zumuthen dürfte, weil ich bei jedem dreisteren Vorgehen an die geschlachtete Henne denken musste. In noch erhöhtem Masse kehrten diese Zögerungen bei jedem einzelnen Fisch natürlich zu der Zeit wieder, wo derselbe zu kränkeln anfing.

Endlich will auch noch bedacht sein, dass in diesem Gebiete, wie einst in dem des Muskel- und Nervenstromes, grossentheils die Methoden noch zu schaffen sind. Der erheblichste Fortschritt, der in dieser Beziehung geschehen ist, besteht in der Ausbildung eines Kunstgriffes, dessen sich bereits Galvani 1797 bei seinen Versuchen am Zitterrochen bedient hat [16]), in der Anwendung nämlich eines Nerv-Muskelpräparats vom Frosch, um durch dessen im Augenblick des Schlages erfolgende Zuckung gewisse experimentelle Dienstleistungen verrichten zu lassen.

Die Versuche an den lebenden Fischen wurden ohne Ausnahme in den vorher beschriebenen Wannen angestellt, in denen die Fische anfänglich einzeln gehalten wurden. Theils um die Beweglichkeit der Fische, theils um die Nebenschliessung durch die Wassermasse zu vermindern, wurde ferner jedes Mal, dass experimentirt werden sollte, mit den Wasserpflanzen zunächst soviel Wasser aus der Wanne entfernt, dass der Rücken des Fisches eben bloss lag. Alsdann wurden an zwei einander gegenüber liegenden Punkten des Umfanges der Wanne Zinnplatten versenkt, und durch Drähte mit den Nerven eines oder mehrerer Nerv-Muskelpräparate in Verbindung gesetzt. Eines dieser Präparate war stets so aufgestellt, dass es bei seiner Zusammenziehung einen Hammer an eine Glocke anschlagen machte. Sobald nun der Fisch seine Batterien entlud, nahm, welches auch seine Stellung in der Wanne sein mochte, ein grösserer oder geringerer Bruchtheil des Stromes seinen Weg durch den Nerven, so dass man bei der fast grenzenlosen Empfindlichkeit des Nerv-Muskelpräparats, durch einen Glockenschlag von jeder auch der schwächsten Entladung des Fisches Kunde erhielt. Um diese Vorrichtung, die ich den Froschwecker nenne, vollkommen zu machen, ist nur noch nöthig, den Nerven vor der Trockniss zu schützen. Alsdann behält das Nerv-Muskelpräparat stundenlang seine Leistungsfähigkeit, und arbeitet mit solcher Treue, dass man sich seiner zeitweise ganz vortrefflich zum Telegraphiren würde bedienen können.

Der Froschwecker ist unentbehrlich, um die elektrische Thätigkeit des Fisches ausserhalb der Experimente zu überwachen, wo sie

sich in der ihn umgebenden Wassermasse durch nichts verräth, wenn nicht zufällig etwas Lebendes, ein Fisch oder Frosch, in hinreichender Nähe gegenwärtig ist. Er ist aber auch unschätzbar bei den Versuchen selbst, indem er die Zahl der Schläge, und das Zeitmass ihrer Aufeinanderfolge, selbst dann kennen lehrt, wenn die eigentliche Wirkung, auf die es beim Versuch abgesehen war, ausbleibt, so dass man nie in Zweifel sein kann, ob dies Ausbleiben von mangelnder Thätigkeit des Fisches oder von sonst welchem Umstande herrührte.

Aber noch in einer anderen Art ist das Nerv-Muskelpräparat hier zu wichtigen Diensten berufen. Die meisten Versuche am lebenden Zitterwels laufen darauf hinaus, dass dem, wie so eben gesagt wurde, im Wasser befindlichen Fisch ein Paar metallischer Sättel aufgesetzt wird, mittelst welcher der Schlag des durch das Aufsetzen gereizten Fisches in einen Kreis abgeleitet wird, worin man ihn verschiedene Wirkungen hervorbringen lässt, und der der Experimentirkreis heissen soll. Vermöge der ausnehmenden Geschwindigkeit der Muskelzusammenziehung, deren zeitlicher Verlauf uns übrigens durch die Untersuchungen des Hrn. Helmholtz im Wesentlichen wohl bekannt ist [17]), kann man sich nun des Nerv-Muskelpräparates bedienen, um in einem gewissen Zeitpunkt nach dem Beginn des Schlages diesem den Weg in den Experimentirkreis entweder durch Oeffnen einer Nebenschliessung zu bahnen oder durch Oeffnen jenes Kreises selber zu versperren. Natürlich setzt dies voraus, dass die Dauer des Schlages, von der man bisher noch gar nichts wusste, im Allgemeinen die Zeit übertreffe, welche zwischen Beginn der Reizung des Nerven und Beginn der Zusammenziehung verfliesst. Dass dies sich so verhalte, wird durch die Ausführbarkeit des obigen Versuchsplans bewiesen, und so zugleich der erste Anhaltspunkt zur Beurtheilung des zeitlichen Verlaufes des Schlages gewonnen. Welcher Gebrauch sich aber von diesem Verfahren machen lasse, mag aus folgendem Beispiel erhellen.

Der Froschwecker lehrt, dass der gereizte Zitterwels, wenn er irgend bei Kräften ist, selten nur einmal schlägt. Meistens erfolgen zwei bis drei Schläge, bald dicht gedrängt, bald durch einen längeren

Zeitraum getrennt. Hierdurch wird es, ohne weitere Kunstgriffe schlechterdings unmöglich, den Einfluss zu ermitteln, den dieser oder jener Umstand auf die Stärke des in den Experimentirkreis abgeleiteten Stromzweiges ausübt. Man bleibt stets im Dunkel darüber, ob etwa sich zeigende Unterschiede von dem betreffenden Umstand herrühren, oder von der verschiedenen Anzahl und Aufeinanderfolge der Schläge. Das Nerv-Muskelpräparat, als wachsamer Gehülfe mit der rechtzeitigen Oeffnung des Experimentirkreises betraut, macht dieser Verlegenheit ein Ende. Es ist sehr leicht, eine solche Einrichtung zu treffen, dass das Präparat in jedem Versuch durchaus nur den ganzen ersten Schlag, oder gar nur einen stets proportionalen Antheil der sich darin abgleichenden Elektricitätsmenge hindurchlässt, vor den folgenden Schlägen aber, die der gleichzeitig erregte Froschwecker anzeigt, hurtig die Fallbrücke aufzieht.

So gelingt es in mehreren aufeinanderfolgenden, unter denselben Umständen angestellten Versuchen, den Spiegel der Tangentenbussole durch den Schlag des gereizten Fisches nicht selten bis auf den Scalentheil genau denselben Ausschlag beschreiben zu sehen. Die Ablesung mit Spiegel, Scale und Fernrohr ist beiläufig hier die allein brauchbare, weil aus leicht ersichtlichen Gründen sie allein hinreichende Sicherheit gegen die Störungen gewährt, die bei anderen galvanometrischen Werkzeugen aus der Veränderung des Magnetismus der Nadeln durch den Schlag entspringen.

Um den Strom vom Fisch unter möglichst vortheilhaften Bedingungen abzuleiten, wurde folgende Einrichtung getroffen. Da der Fisch nicht ohne Lebensgefahr aus dem eine Nebenschliessung bildenden Wasser an die isolirende Luft gehoben werden konnte, so wurde versucht ihn im Wasser selbst in dem Augenblick des Schlages zu isoliren. Zu diesem Zweck schnitzte ich aus Lindenholz möglichst genaue Modelle der drei Fische. Diese Modelle dienten als Leisten, um darüber aus Guttapercha Deckel zu verfertigen, die, Mumiensargdeckeln ähnlich, den Fischen im Wasser aufgesetzt werden konnten, und ringsum möglichst genau an die Fische und an eine den Boden bedeckende Spiegelplatte anschlossen. Innen waren die Deckel, Kopf

und Schwanz entsprechend, mit Stanniolbelegungen versehen, von denen eine isolirte metallische Leitung nach aussen in den Experimentirkreis führte. Obschon die Deckel zur Schonung der Bartfäden und der Schwanzflosse vorn und hinten offen bleiben mussten, erfüllten sie ihren Zweck doch bereits so vollkommen, dass nicht selten, beim raschen Aufsetzen derselben, der Froschwecker versagte.

Ich gebe nun einen kurzen Ueberblick über die an den Zitterwelsen im Leben und im Tode gewonnenen Ergebnisse.

An zoologisch-naturgeschichtlichen Bemerkungen habe ich wenig mitzutheilen.

Hr. Peters, der den Zitterwels im Flussgebiet des Quellimane im östlichen Afrika lebend beobachtet hat [18]), ist mit der Untersuchung beschäftigt, ob wirklich Grund zur Bildung der neuen Species *Malapterurus Beninensis* vorliege, oder ob Altersunterschiede u. d. m. hinreichen, um die von Hrn. Andrew Murray hervorgehobenen Abweichungen vom *Malapterurus* des Nils zu erklären.

Eine Eigenthümlichkeit im Aussehen der Fische, die an Weingeistexemplaren nicht mehr erkennbar ist, besteht in schönen regelmässigen Querfalten, die sich bei seitlichen Biegungen der Wirbelsäule auf Augenblicke an der hohlen Seite des Fisches zeigen. Sie werden gebildet durch den entsprechenden Theil des den Fisch in Gestalt einer ziemlich dickwandigen Röhre umgebenden Organs, dessen äussere Schichten sich über den verkürzten Seitenmuskeln in Falten legen müssen, während bei andern Fischen die verhältnissmässig dünne, derbe und meist stark befestigte Haut immer genau dem Umriss des Rumpfes folgt.

Die drei Fische hatten nicht ganz einerlei Farbe. Die beiden kleineren waren gelbgrau, der grössere tiefbraun gefärbt. Da dieser Fisch der kräftigste schien und auch am längsten lebte, so ist zu vermuthen, dass seine Farbe die richtige war. Bei Licht sah man einen röthlichen Schimmer in der Dicke des Organs. Auch die Farbe eines und desselben Fisches zeigte sich Wechseln unterworfen. Im Dunkeln gehalten wurden die Fische binnen Kurzem beinahe schwarz, und unter dem Einfluss des Lichtes wieder hell. Wenn mit dem

grossen Fisch in der letzten Zeit eine längere Versuchsreihe angestellt wurde, sah er zuletzt ganz blass aus, erschien aber nach wenigen Tagen abermals hervorgeholt wieder tiefbraun gefärbt.

Obschon für gewöhnlich sehr ruhig, sind die Zitterwelse doch muthig und kampflustig. Fische und Frösche, die zu ihnen in's Wasser gethan werden, fallen sie sofort mit elektrischen Schlägen an. Gewöhnlich erwiedern sie jede Berührung mit einem Schlage, doch kommt es auch vor, dass sie sich der Hand mit einer heftigen Bewegung entziehen, ohne zu schlagen. Wenn die Fische in den Wannen frisches Wasser erhielten, schwammen sie gewöhnlich lebhaft im Strudel umher, und entluden dabei, wie der Froschwecker lehrte, nicht selten ihre Batterien, ob zur Gegenwehr gegen eine vermeintliche Gefahr oder als Ausdruck des Behagens, möchte schwer zu sagen sein. Der grosse Fisch hatte offenbar einen Hass auf die Elektroden des Froschweckers geworfen, und fiel sie öfter mit Bissen an, die er mit mehreren rasch aufeinander folgenden Schlägen begleitete. Durch den Anblick der rothen Farbe schienen sich die Fische nicht, wie dies mit den Fröschen der Fall ist, aufregen zu lassen.

Die nähere Untersuchung der elektrischen Wirkungen der Zitterfische hebt natürlich mit derjenigen an, die sich zunächst darbietet, der physiologischen Wirkung nämlich oder des Schlages im engeren Sinne.

Im Vergleich zu ihrer Grösse ist der Schlag der Zitterwelse ein überraschend heftiger. Als ich mit beiden wohl durchfeuchteten Händen den im Wasser befindlichen Fisch an Kopf und Schwanz ergriff, erhielt ich einen Schlag, der sich bis an die Ellbogen erstreckte. Der Schlag schien mir nicht so trocken wie der der Leydner Flasche, sondern hatte mehr etwas schwellendes. Berührt man mit der einen Hand den im Wasser befindlichen Fisch, so empfindet man einen in der Haut stechenden, und in allen Gelenken schmerzenden Schlag in dem eingetauchten Theil. Am wunderbarsten ist unstreitig der Eindruck des Schlages, wenn man mit benetzten Händen gewöhnliche kupferne Handhaben ergreift, die durch Drähte mit den beiden Belegungen eines der beschriebenen Guttaperchadeckel verbunden sind,

und dieser von einem Gehülfen dem Fisch aufgesetzt wird. Da dies die Art ist, wie man gewohnt ist, elektrische Schläge prüfend zu empfinden, und da man dabei nicht zerstreut wird durch die Sorge, dass man dem Thier gehörig beikomme ohne ihm zu schaden, und durch das an sich widrige Gefühl, das schlüpfrig Zappelnde anzugreifen: so tritt das Unerhörte der Erscheinung Einem um so reiner entgegen, zu der es nur ein Seitenstück giebt, das uns freilich alltäglich geworden ist: die mechanische Wirkung nämlich, deren dieselben, hier elektrisch wirksamen, wenigen Gramme Wasser, Eiweiss, Fette, Salze unter dem Einfluss derselben Nerven fähig sein würden, wenn sie, anstatt zum elektromotorischen Organ, zum Muskel zusammengefügt wären [19]).

Kleineren Fischen werden wiederholte Schläge der Zitterwelse leicht tödtlich. Eines Nachmittags that ich in die Wannen der drei Fische, in deren einer sich das Elektrodenpaar des Froschweckers befand, einen Schlei von etwa sechs Zoll Länge und einen ebenso langen Schlammpitzger. Sofort erhob sich in den drei Wannen ein heftiger Tumult. Hie und da sprang ein Schlei in die Luft, während die aalähnlich sich schlängelnden Schlammpitzger, wie von Todesangst getrieben, am Umkreis des Wasserspiegels umherjagten und endlich einer nach dem andern sich über den zollhohen Rand der Wanne zwischen demselben und dem Drahtnetz hindurch in's Trockne stürzten. Wieder hineingebracht entkamen sie abermals, bis ich durch Ablassen des Wassers dem Rande die doppelte Höhe ertheilt hatte. Das Wasser wurde durch das Aufwühlen des Schlammes gleich so trübe, dass ich, ohne den Froschwecker, über den eigentlichen Hergang im Dunkel geblieben wäre. Dieser aber verrieth deutlich genug, was geschah. Seine Glocke blieb in fortwährendem Tönen, bald einen starken, bald einen schwachen Stromzweig im Nerven anzeigend, sei's dass der Fisch verschieden stark schlug, sei's dass er im Augenblick des Schlages eine verschieden günstige Lage in Bezug auf das Elektrodenpaar des Froschweckers hatte. Manchmal schien der Hammer an der Glocke förmlich zu kleben; dann tetanisirte sichtlich der Zitterfisch sein Opfer. Nun folgte eine Pause

der Ruhe, bis vermuthlich die Schleie, aus der Betäubung erwacht, wieder anfingen Lebenszeichen von sich zu geben, und die Welse, ihrerseits ausgeruht, sich zu einem neuen Angriff aufgelegt fühlten. Aufs Neue erhob sich dann und wann, bald in dem einen, bald in dem andern Gefäss, aber kürzer als das erstemal und durch immer längere Pausen der Ruhe getrennt, der Tumult. So verliess ich die Wahlstatt. Als ich am andern Morgen in's Laboratorium kam, lagen die Schlammpitzger todt auf der Erde. Sie waren also, was schwer zu begreifen ist, in der Nacht doch noch über den glatten, nunmehr zwei Zoll hohen Rand der Wanne entkommen. In den Wannen der beiden grösseren Fische waren die Schleie todt. Sie mussten schon seit geraumer Zeit gestorben sein, denn sie waren starr und ihre Hornhaut fing an sich zu trüben. Das Wasser war vollkommen klar, es musste also schon längst Ruhe darin geherrscht haben. Die hiesigen Donnerer von der Sklavenküste schienen muntrer denn je. Der kleinste hatte seinen Schlei nicht völlig zu tödten vermocht; derselbe starb aber, obschon in ein anderes Gefäss gesetzt, bald darauf. Ein viertes Paar Schlei und Schlammpitzger, die ich zur Controle in einer vierten Wanne aufbewahrte, haben noch Wochen hinterher gelebt.

Nachdem die Aehnlichkeit der Empfindungen, welche der Schlag der Zitterfische, und derjenigen, welche elektrische Entladungen bewirken, erkannt worden, ist die nächste Aufgabe, die daraus gefolgerte Einerleiheit der Ursache beider Wirkungen dadurch zu beweisen, dass gezeigt wird, wie der Schlag der Zitterfische auch noch anderer elektrischer Wirkungen fähig sei, und wie er dieselben Körper, nach denselben Gesetzen, zu Leitern und Nichtleitern habe, wie die Elektricität. Obschon diese Aufgabe an den beiden andern elektrischen Fischen, dem Zitterrochen und Zitteraal, bereits als gelöst anzusehen war, habe ich doch nicht unterlassen wollen, auch durch den Zitterwelsschlag die vornehmsten, den elektrischen Strom kennzeichnenden Wirkungen zu erzeugen, da dies zugleich der Weg ist, sich von der rein physikalischen Seite der Erscheinung ein möglichst entsprechendes Bild zu verschaffen.

Es gelang zu beobachten die elektrische Anziehung und Abstossung; die Feuererscheinung bei der Berührung zweier einander anziehenden Goldblättchen, die dabei zusammenschmelzen; die Jodkalium-Elektrolyse; die Polarisation von Platinelektroden; die Ablenkung der Magnetnadel; die Magnetisirung von hartem Stahl und weichem Eisen; die Induction sowohl als Extrastrom in dem nämlichen Leiter mit dem primären Strom, als auch in einem getrennten Kreise, wo der inducirte Strom sogar eine Lücke unter Funkenbildung übersprang; endlich den Trennungsfunken mit und ohne Extrastrom. Zur Darstellung des Trennungsfunkens bediente ich mich unter andern eines durch ein Uhrwerk bewegten Zahnrades, an dessen Umfang eine Feder schleifte.

Hingegen misslang durchaus Leitung des Schlages durch die Flamme, und ebensowenig glückte es je, den Schlag die kleinste Lücke zwischen feststehenden metallischen Leitern überspringen zu lassen; obschon es keine Schwierigkeit hat, in einem auf eine Glasplatte geklebten Staniolstreifen mittelst des Rasirmessers einen Spalt herzustellen, der unter Funkenbildung von Strömen übersprungen wird, die weder subjectiv wahrnehmbar sind, noch den Gastrocnemius des Frosches bei unmittelbarer Reizung zu erschüttern vermögen.

Dieser schon öfter wahrgenommene, scheinbare Widerspruch zwischen der Stärke des Stromes der Zitterfische bei sonstiger Prüfung, und seiner Schlagweite, erklärt sich daraus, dass dieser Strom, wie er im Experimentirkreis erhalten wird, als abgeleiteter Stromzweig zu betrachten ist. Von zwei gleich starken Strömen aber, deren einer durch Nebenschliessung gewonnen ist, wird dieser letztere, durch Einführung eines gegebenen Widerstandes in seine Leitung, mehr als der andere geschwächt.

Bei der Jodkalium-Elektrolyse gab sich der sonderbare Umstand zu erkennen, der von den Beobachtern an den beiden andern Zitterfischen nicht erwähnt worden ist, dass bei Anwendung zweier Platinspitzen als Elektroden, unter jeder Spitze ein Fleck gefunden wird. Beim ersten Blick könnte man glauben, dies rühre daher, dass der Zitterwelsschlag aus einer Reihe abwechselnd gerichteter Ströme be-

stehe. Doch ist leicht zu zeigen, dass der einzige Grund jenes Verhaltens in der Polarisation der Platinspitzen liegt, welche schneller, als man nach geschehenem Schlage die Sättel aus dem Wasser heben und dadurch den Kreis öffnen kann, einen Strom in umgekehrter Richtung erzeugt, von dem der Fleck unter der ursprünglich negativen Spitze berührt. Dasselbe lässt sich in Inductionskreisen und in verzweigten galvanischen Leitungen wahrnehmen, wo gleichfalls die Spitzen noch zum Kreise geschlossen bleiben, nachdem der ursprüngliche Strom vorüber ist [20]).

Was den zeitlichen Verlauf des Schlages betrifft, von dem bisher noch gar nichts bekannt war, so hat sich auf dem früher bereits angedeuteten Wege ergeben, dass die Dauer des Schlages eine kleine Zeitgrösse von einerlei Ordnung ist mit denen, die bei der Muskelzusammenziehung in Betracht kommen. Leider bin ich nicht dazu gelangt, wie ich es beabsichtigte, eine Versuchsreihe über Stärke und Dauer des Schlages am Magnetometer und Elektrodynamometer anzustellen, und eben so wenig ist es möglich gewesen, wie hier sogleich angemerkt werden mag, verschiedene wichtige Fragen zu beantworten, zu deren Entscheidung das Myographion ein geeignetes Mittel geboten hätte.

Nach dieser mehr physikalischen Erforschung dessen, was im Augenblick des Schlages im Experimentirkreis vorgeht, wendet sich die Untersuchung der dabei am Körper des Fisches und im umgebenden Wasser stattfindenden Vertheilung der Spannungen zu, und zwar in doppeltem Bezuge, erstens was die Grösse und zweitens was das Zeichen derselben an verschiedenen Punkten betrifft.

Die einfachste Wahrnehmung lehrt, dass die elektrischen Gegensätze an diesem Fisch, wie am Zitteraal, in der Richtung der Längsaxe vertheilt sind. An Kopf- und Schwanzende des Organs sind auch hier dessen elektrische Polflächen zu suchen, sofern bei einer nicht isolirten Säule davon die Rede sein kann. Demgemäss erhält man die stärkste Wirkung, je weiter auseinandergelegene Punkte der Länge des Organs man zwischen die Enden des ableitenden Bogens

begreift, gleichviel übrigens, an welchen Punkt des Umfanges eines bestimmten Querschnittes man jedes Ende anlege.

Eine sehr unerwartete Thatsache, die im Verein mit histologischen Beobachtungen noch zu wichtigen Schlüssen führen kann, ist die höchst verschiedene Stärke, mit der verschiedene Theile des Organs elektromotorisch wirken. Die vordere Hälfte des Organs nämlich übertrifft die hintere Hälfte dermassen an Wirksamkeit, dass es kaum möglich scheint, diesen Unterschied allein auf den geringeren Querschnitt des Organs in der Schwanzgegend zurückzuführen.

Mit diesen Ermittelungen eng verknüpft ist das Ergebniss einer Versuchsreihe, die ich anstellte, um zu erfahren, welche Ausdehnung ich den beiden Stanniolbelegungen an Kopf- und Schwanzende der oben beschriebenen Guttaperchadeckel zu geben hätte, um einen möglichst grossen Theil des Schlages in den Experimentirkreis abzuleiten. Ich überzeugte mich zunächst von dem grossen Einfluss, den auf die Stärke des Schlages im Experimentirkreis bei gleicher Länge der Belegungen der Umstand ausübt, ob zwischen beiden Belegungen der Deckel ein nichtleitendes Ganze bildet, oder ob statt dessen die beiden Belegungen nur durch Glasstäbe verbunden sind. Im ersten Falle ist bei kurzen Belegungen die Stromstärke bedeutend grösser als im letzteren. Sodann stellte ich für den grossen Fisch drei Deckel her, an deren einem die Belegungen in der Mitte fast zusammenstiessen, an dem zweiten einen breiten unbelegten Raum zwischen sich liessen, an dem dritten von den Enden des Deckels nur bis an die ringförmigen Polflächen des Organs reichten. Ich vermuthete, dass von diesen drei Deckeln der erste sich bei kleinem, der zweite bei mittelgrossem, und der dritte bei grossem Widerstand im Experimentirkreise am günstigsten erweisen würde; und dies scheint sich in der That so zu verhalten, obwohl der Tod des grossen Fisches mir leider nicht Zeit liess, durch Vervielfältigung der Versuche meine Vermuthung vollends zu bestätigen.

Wie dem auch sei, es ist somit die eine Vorhersagung des Hrn. Bilharz eingetroffen. Man erinnert sich, dass er aus der senkrechten Stellung der elektrischen Plättchen im Organ des Zitterwelses die

wagerechte Richtung der Elektricitätsbewegung in demselben erschlossen hatte. Er war aber weiter gegangen und hatte geglaubt, aus dem Eintritt der Nervenröhren in die hintere Fläche der elektrischen Plättchen folgern zu dürfen, dass beim Zitterwels wie beim Zitteraal das Kopfende des Organs sich positiv, das Schwanzende negativ verhalten, oder dass der Strom im Organ vom Schwanz zum Kopf, im umgebenden Wasser oder jedem andern dem Organ angelegten Leiter vom Kopf zum Schwanz gerichtet sein würde.

Diese Muthmassung hat sich nicht bestätigt. Gleich der erste Versuch, den ich am 13. August an dem kleinsten Fisch mit Hülfe von Prof. Goodsir anstellte und am nämlichen Tage der Akademie mittheilte [21]), ergab gerade das Umgekehrte von dem, was Hr. Bilharz aus dem mikroskopischen Befund anscheinend mit so voller Berechtigung entnommen hatte. Es hat sich seitdem in zahlreichen Versuchen bestätigt, dass der Schlag im Organ des Zitterwelses unabänderlich vom Kopf nach dem Schwanz gerichtet ist, so dass wenn eine Säule des Zitterrochen-Organs, um zu einer des Zitteraal-Organs zu werden, sich mit dem oberen Ende nach vorwärts neigen muss, sie sich mit demselben Ende nach hintenüber zu legen hat, um zu einer Säule des Zitterwels-Organs zu werden.

Damit schien die Hoffnung vernichtet, in dem Sinne wie Hr. Bilharz es gewollt hatte, eine durchgreifende Beziehung zu erkennen zwischen der Anordnung der Nerven und der Vertheilung der Spannungen in den elektromotorischen Organen. Abermals jedoch sollte das der Erforschung der Zitterfische günstige Geschick des vorigen Jahres der drohenden Verwirrung rasche Abhülfe bringen. Hr. Ecker in Freiburg hatte nämlich bereits in dem pseudoelektrischen Organ gewisser Mormyrusarten die Beobachtung gemacht, dass die Nervenröhren, anstatt sich unmittelbar in die ihnen zugekehrte Fläche der pseudoelektrischen Plättchen zu versenken, zuerst durch scharf ausgeschnittene Löcher in diesen Plättchen treten, um dann kolbig anzuschwellen und rückwärts zahlreiche Ausläufer in die ihrer Verbreitungsrichtung ursprünglich abgekehrte Fläche der Plättchen zu schicken [22]). Hr. Max Schultze in Halle, der sich ebenfalls mit

diesem Gegenstande beschäftigte, erkannte auf den Abbildungen, die Hr. Bilharz von den elektrischen Plättchen des Zitterwelses giebt, Spuren eines ähnlichen Verhaltens, und fasste den Gedanken, dass dies der Grund sein möge der Abweichung zwischen dem von Hrn. Bilharz verkündigten und dem an den hiesigen Zitterwelsen beobachteten Erfolge. Nachdem ich Hrn. Schulze sowohl frische als in verschiedene Flüssigkeiten eingelegte Stücke des Organs mitgetheilt hatte, gelang es ihm, seine Vermuthung zur Gewissheit zu erheben [23]). Es bleibt somit die von Hrn. Pacini [24]) vorgeahnte, von Hrn. Bilharz sicherer begründete und verallgemeinerte Regel bestehen, wonach diejenige Seite der elektrischen Plättchen, in die sich die Nervenröhren versenken, die negative ist; nur dass beim Zitterwels und bei einigen pseudoelektrischen Fischen die beschriebene, sonderbare Einrichtung stattfindet, wodurch die dieser Regel zufolge negative Fläche zur positiven wird, und umgekehrt.

Unter den an den sterbenden Fischen angestellten Versuchen nehmen den ersten Platz ein die, welche auf sonst etwa in dem elektrischen Organ wahrnehmbare elektromotorische Wirkungen Bezug haben. Das Organ zeigt nichts dem Muskel- oder Nervenstrom Aehnliches, wie man sich wohl hätte denken können. Die Haut des Fisches scheint sich auf den mit Eiweisshäutchen bekleideten Bäuschen meiner Vorrichtung schwach positiv gegen alle übrigen künstlichen sowohl als natürlichen Begrenzungen des Organs zu verhalten. Hingegen ist es mir gelungen, an dem Organ secundär-elektromotorische Wirkungen im grössten Massstabe, und den merkwürdigsten Bezug auf die Wirkungsrichtung des Organs zeigend, aufzudecken, wodurch die Uebereinstimmung zwischen Nerv, Muskel und elektrischem Organ vervollständigt wird.

Beim Tetanisiren des elektrischen Nerven gerieth ein stromprüfender Schenkel, dessen Nerv das entsprechende Organ berührte, in Tetanus. Bei dauernder Erregung des Nerven also erzeugt das Organ nicht, wie man wohl hätte erwarten können, einen stetigen Strom, sondern eine dichtgedrängte Reihe von Schlägen, gerade wie ein Muskel dabei nur scheinbar stetige Zusammenziehung und Strom-

abnahme zeigt; eine Frage, die trotz den zahllosen am Zitterrochen angestellten Versuchen sonderbarerweise noch offen war. Das Organ erlahmte übrigens stets früher, als die Nadel des gleichzeitig den Schlägen ausgesetzten Multiplicators eine feste Stellung eingenommen hatte, ganz wie dies auch bei der negativen Schwankung des Muskel- oder Nervenstromes der Fall ist. Der elektrische Nerv, nicht allein durch seine Wirkungsweise, sondern beim Zitterwels auch durch seinen Bau so überaus merkwürdig, konnte leider nicht gehörig auf seine elektromotorischen Eigenschaften untersucht werden, weil bei Gelegenheit der Tödtung des kleinen Fisches alle Multiplicatornadeln durch die Schläge des sterbenden Fisches demagnetisirt worden waren, beim Tode des grossen Fisches aber der Nerv muthmasslich nicht mehr seine volle Leistungsfähigkeit besass. Es ist also nichts darauf zu geben, dass der Nerv weder im ruhenden Zustande den Strom vom Längs- zum Querschnitt, noch beim Tetanisiren die negative Schwankung dieses Stromes wahrnehmen liess, obschon es denkbar wäre, dass, da der Nerv bekanntlich nur aus Einer wenn auch ungewöhnlich dicken Primitivröhre besteht, er jener Wirkungen in der That nur in verschwindendem Masse fähig ist. Die weit handgreiflicheren Erscheinungen des Elektrotonus zu beobachten, gelang dagegen mit voller Bestimmtheit.

Ich schliesse, indem ich noch einen Augenblick bei meinen Versuchen zur Aufklärung einer Erscheinung verweile, die wohl eine der räthselhaftesten im ganzen Gebiete der Physiologie genannt werden darf. Ich meine nicht die Erzeugung der Elektricität im Organ der Zitterfische; nicht die Herrschaft, die der Wille dieser Thiere durch die Nerven über jenen Process übt; nicht die sonderbare Auswahl der Nerven, die in den drei Zitterfischen das Organ versehen; noch endlich die nicht minder wunderliche Auswahl die, wie Eingangs gesagt wurde, die Natur beim Vertheilen der elektrischen Waffe unter den Thieren getroffen hat. Ich meine die Frage, wie es komme, dass ein Zitterfisch zwar andere Fische erschlägt, aber weder sich selbst, noch, nach v. Humboldt's[25]) und Colladon's[26]) Erfahrungen, seinesgleichen; dass der Zitterroche, der lebendige Junge

gebiert, im trächtigen Zustande nicht durch seinen Schlag die eigne Brut vernichtet? Schon vor fünfzehn Jahren, in meinem „vorläufigen Abriss einer Untersuchung über den Muskelstrom und die elektromotorischen Fische“ stellte ich diese Frage auf[27]), zu der ich durch die Betrachtung geführt worden war, dass, in Abwesenheit einer den Körper des Zitterfisches mit Ausschluss des Organs isolirenden Hülle, der Schlag nothwendig, wie durch jeden andern Leiter, durch den Körper des Zitterfisches gehen müsse; und dass in den meisten, wenn nicht allen Fällen, dieser Körper sich dem eigenen Organ für die Aufnahme des Schlages sogar günstiger angelegt finden dürfte, als der eines andern dem Zitterfisch genäherten Thiers.

Jetzt habe ich mir zunächst die Ueberzeugung verschafft von der Richtigkeit dieser Betrachtung. Durch die natürlichen Oeffnungen führte ich ins Innere des im Sterben begriffenen kleinsten Zitterwelses isolirte Drähte mit blanken Spitzen ein, und erhielt im Augenblick des Schlages, der auf Berührung der äussern Haut erfolgte, an dem mit den Drähten verbundenen Multiplicator jedesmal einen Ausschlag von angemessener Grösse, der die hintere Spitze als positiv anzeigte. Es ist also keine Vorkehrung irgend einer Art da, die den Schlag vom Fisch abhielte, sondern der Schlag durchdringt wirklich das Innere des Fisches, und die Frage kann somit nur noch sein, weshalb empfindet ihn der Zitterfisch nicht?

Um der Beantwortung derselben einen Schritt näher zu kommen, that ich mehrmals in eine der Wannen zu dem darin befindlichen Zitterwels hiesige Flussfische: Schleie, Quappen, Hechte, hiesige Welse u. s. w., und liess elektrische Ströme durch das Wasser der Wanne gehen, erst unmerklich, dann immer stärker und stärker. Bei einer gewissen Stärke der Ströme schlugen die Fische um, und trieben sinnlos umher. Der Zitterwels schien gar nichts zu spüren, und nahm sich unter den übrigen Fischen aus, wie neben Säugethier und Vogel ein Frosch unter der Glocke der Luftpumpe. Als ich die Schläge ganz ausserordentlich verstärkte, sah man indessen wohl, dass er sie merkte und mied. Wenn er in die Nähe der Elektroden

Herr Brown-Séquard in Frankreich und Herr Schroeder van der Kolk in Holland (dessen neuere Forschungen über Fallsucht Herr Brown-Séquard noch nicht zu kennen scheint), zu vielen, den unseren gleichlautenden oder doch nahekommenden Ergebnissen gelangt sind, das spricht um so mehr für die Genauigkeit unsrer eignen Versuche, als Herr Brown-Séquard, H. Schroeder van der Kolk und wir auf sehr verschiedenen Wegen dieselben Thatsachen constatirten. Das ist begreiflicherweise uns eben so erfreulich, als es die Lehre von der Fallsucht selbst um einen grossen Schritt fördern muss.

Herr Brown-Séquard wahrt den alten Aerzten die Priorität der Erkenntniss, dass die Krämpfe bei Verblutung warmblütiger Thiere denen bei Fallsucht ähnlich seien. Diese Verwahrung war gewiss überflüssig, da wir selbst in unsrer Einleitung die Geschichte dieser Erfahrung mittheilten und fast jedes Lehrbuch der allgemeinen Pathologie davon spricht. Wir eignen uns nur das Verdienst zu, eine genauere Beschreibung dieser Krampfanfälle geliefert zu haben, als vor uns geschah.

Ebenso konnte es uns nicht einfallen, die Entdeckung der Uebereinstimmung zwischen den Krämpfen bei der Strangulation und der Fallsucht für die unsere auszugeben. Wir erkannten die Verdienste M. Halls an und hätten nichts einzuwenden, wenn H. Brown-Séquard selbst bis auf Homer zurückginge, der von den aufgehängten Mägden der Penelope bekanntlich erzählt:

„Also hingen sie dort an einander gereiht mit den Häuptern,
Alle die Schling' um den Hals, des kläglichsten Todes zu sterben,
Zappelten dann mit den Füssen ein Weniges, aber nicht lange."
(Od. XXII. 471.)

Herr Brown-Séquard nimmt für sich selbst die Priorität der Auffindung einiger wichtiger Thatsachen, die wir ebenfalls gefunden haben, in Anspruch, z. B. dass die Krämpfe bei Verblutung nicht vom Grosshirn ausgehen, dass nur der epileptische Schwindel hier seine Quelle habe, dass eine Verengerung der Grosshirngefässe epileptischen Schwindel verursachen könne, dass die Quelle der Zuckungen in den hinter den Sehhügeln gelegenen Theilen des Ge-

als dies der Fall war für die andere Hälfte, die noch in unversehrter Verbindung mit ihrer Riesen-Ganglienzelle stand, oder für die Muskeln des Thiers, die auch bei dieser Art der elektrischen Erregung noch in vollkommner Ruhe verharrten.

Anmerkungen.

1) Claudii Claudiani, ex Ed. Bipont. I, nov. Ed. Paris. 1829. p. 416*. Eidyllium III.

2) Claudii Galeni Opera omnia. Ed. cur. C. G. Kühn. Lipsiae 1824. T. VIII. p. 421. 422*. De Locis affectis. L. VI c. V.

3) G. Wilson, On the electric Fishes as the earliest electric Machines employed by Mankind. The Edinburgh New Philosophical Journal. New Series. October 1857. vol VI. p. 267*.

4) Philosophical Transactions etc. For the Year 1773. p. 461*.

5) Collezione dell' Opere ec. Firenze 1816. T. II. P. II. p. 99* — L'Identità del Fluido elettrico col così detto Fluido Galvanico vittoriosamente dimostrata ec Memoria comunicata al Signore P. Configliachi ec. Pavia 1814. 4. p. 24. 25. § 17*.

6) S. meine Untersuchungen u. s. w. Bd. II Abth. I. 1849. S. 207.

7) S. ebendas. Bd. I. 1848. Vorrede. S. XV; — Diese Berichte Juli 1851. S. 409.

8) Vergl. Steffens, Ueber die elektrischen Fische. Frankfurt a. M. 1818. S. 26*.

9) Sie finden sich zusammengestellt bei Bilharz, Das elektrische Organ des Zitterwelses u. s. w. Leipzig 1857. Fol*.

10) Reise nach Senegall übersetzt von Martini. Brandenburg 1773. S. 201*.

11) Bulletin physico-mathématique de l'Académie de St. Petersbourg. t. XII. 1854. p. 203*.

12) Markusen a. a. O. p. 208* und Bilharz a. a. O. Vorwort S. VI*.

13) The Journal of the Royal Geographical Society of London. Vol. VII. 1837. p. 195. 198*; — A. Petermann, Mittheilungen ... über wichtige neue Erforschungen auf dem Gesammtgebiete der Geographie. 1855. 4. S. 206 und Karte 18*.

14) The Edinburgh New Philosophical Journal. New Series. 1855. Vol. II. p. 49. 379*; — vol. III. p. 188*: — Report .... of the British Association etc. 1855. Transactions of the Sections. p. 114*.

15) G. Wilson. On the electric Fishes etc. l. c. p. 284*.

16) Memorie sulla Elettricità animale ... al celebre Abate Lazzaro Spallanzani. Bologna 1797. 4. p. 74*.

17) Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie u. s. w. Jahrgang 1850. S. 276*.

18) Müller's Archiv u. s. w. Jahrgang 1845. S. 375*.

Entschiedenheit protestiren. Herr Brown-Séquard ist ein viel zu erfahrener Experimentator, als dass er, falls er unsre Schrift genau durchgelesen hat, nicht die Ueberzeugung gewinnen sollte, eine derartige Arbeit, — das Ergebniss von mehr als 100 mühsamen Vivisectionen und eines sorgfältigen Studiums der Geschichte der Unterbindung, Compression und Thrombose der grossen Hals- und Kopfgefässe, — könne anders, als durch mehrjährige Thätigkeit nach einem vorgesteckten Ziele hin gewonnen werden. Und dennoch glaubt er, an einem Federstriche von seiner Seite genüge es, den Stimmberechtigten der wissenschaftlichen Republik die Ueberzeugung aufzudrängen, dass gerade mehrere der wichtigsten Thatsachen, die wir feststellen, „uns nicht gehörten", und dass unser Verdienst, wie er sagt, nur in dem Versuche beruhe, dasselbe leisten gewollt zu haben, was er wirklich geleistet hat? *)

Einige unserer Sätze nennt Herr Brown-Séquard ungenau, und mehrere Schlussfolgerungen irrig. So hatten wir behauptet, die fallsuchtartigen Zuckungen bei der Verblutung rührten nicht von dem Rückenmarke her, da beim Kaninchen die Anämie dieses Organes in der Regel nur Lähmung, selten einige leichte zitternde Bewegungen bewirke. Herr Brown-Séquard giebt das letztere zu, bemerkt aber, dass bei anderen Warmblütern, z. B. einem Hammel nach M. Hall, bei den Vögeln und selbst, jedoch in geringerem Grade, bei der Katze und zuweilen auch beim Hunde nach seinen Erfahrungen Zuckungen eintreten, wenn das Rückenmark plötzlich seines Blutes beraubt würde, zumal wenn man es durch einen Schnitt in der Nackengegend vom Gehirne trenne. Er glaubt deshalb unseren Satz dahin modificiren zu müssen: „Die fallsuchtartigen Zuckungen bei Verblutung rührten nur zu einem kleinen Theile vom Rückenmark her."

*) Wir bemerken noch ausdrücklich, dass unsere Schrift, deren Druck ohne unsere Schuld sich verspätete, dennoch schon im Juli 1857 im deutschen Buchhandel erschien, während das Werk des Herrn Brown-Séquard in Boston erst im October oder November desselben Jahres vom Stapel gelaufen zu sein scheint.

IX.

Ueber das Accommodationsphosphen.

Von

Professor **Johann Czermak** *).

Von einem feuerigen Ringe, welcher entstehen soll, wenn man das Auge im Finstern „zum Nachsehen anstrengt“ und „plötzlich wieder erschlafft“ spricht schon Purkyně in seinen „Beobachtungen und Versuchen zur Physiologie der Sinne“. Berlin bei Reimer, 1825, Bd. II, pag. 115.

Ich habe diese unverdienter Weise vergessene subjective Lichterscheinung, welche ich das „Accommodationsphosphen“ nennen möchte, neuerdings einer sorgfältigen Untersuchung unterworfen und ihren offenbaren Zusammenhang mit den Accomodations-Veränderungen zu ermitteln versucht.

Folgendes kann ich als die vorläufigen Resultate meiner Bemühungen mittheilen.

1. Wenn man im Finstern die Augen für das Sehen in nächster Nähe einrichtet und dann plötzlich wieder für die Ferne accommodirt, so bemerkt man nahe an der Peripherie des Gesichtsfeldes einen

---

*) Aus dem Novemberhefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

ziemlich schmalen feurigen Saum, welcher, ringförmig in sich selbst zurücklaufend, in dem Momente aufblitzt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung fürs Nahesehen nachlässt.

2. Nach seiner Form und Lage im Sehfeld muss das Accommodationsphosphen durch eine Zerrung der Retina in der Gegend der *Ora serrata* bedingt sein.

3. Da ferner die höchste Intensität gleich beim Auftreten dieser subjectiven Lichtentwicklung, nicht mit der höchsten Anspannung des Auges für die Nähe, sondern, wie gesagt, mit dem Momente der Accommodationsbewegung zusammenfällt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung fürs Nahesehen plötzlich nachlässt, wo also das Auge wieder fernsichtiger wird, so ergiebt sich die wichtige Folgerung, dass eine jener, durch die Accommodation für die Nähe gesetzten Veränderungen mit solcher Trägheit in dem der Ruhelage seiner Theile zustrebenden Auge verschwindet, dass eben hierdurch die momentane Zerrung der Gegend der *Ora serrata* im plötzlich abgespannten Auge veranlasst wird, welche sich als das beschriebene Phosphen subjectiv sichtbar macht.

Ueberlegt man, welches diese Veränderung sein kann, so findet sich meines Erachtens keine andere, als die durch die Cramer-Helmholtz'schen Untersuchungen ermittelte Gestaltveränderung der Linse, nämlich ihr mit der Verkleinerung der Krümmungshalbmesser verbundenes Dickerwerden in der Richtung der optischen Axe.

Die Gestaltveränderungen der Linse lassen sich aber auf folgende Weise ungezwungen mit dem Accommodationsphosphen in einen causalen mechanischen Zusammenhang bringen.

Beim Nahesehen wird, namentlich durch die Wirkung des *tensor chorioideae* Br., die Zonula abgespannt, indem die Aderhaut sammt der Retina (bis in deren *Ora serrata* bekanntlich die Fasern der Zonula zu verfolgen sind) etwas nach vorn gezogen wird.

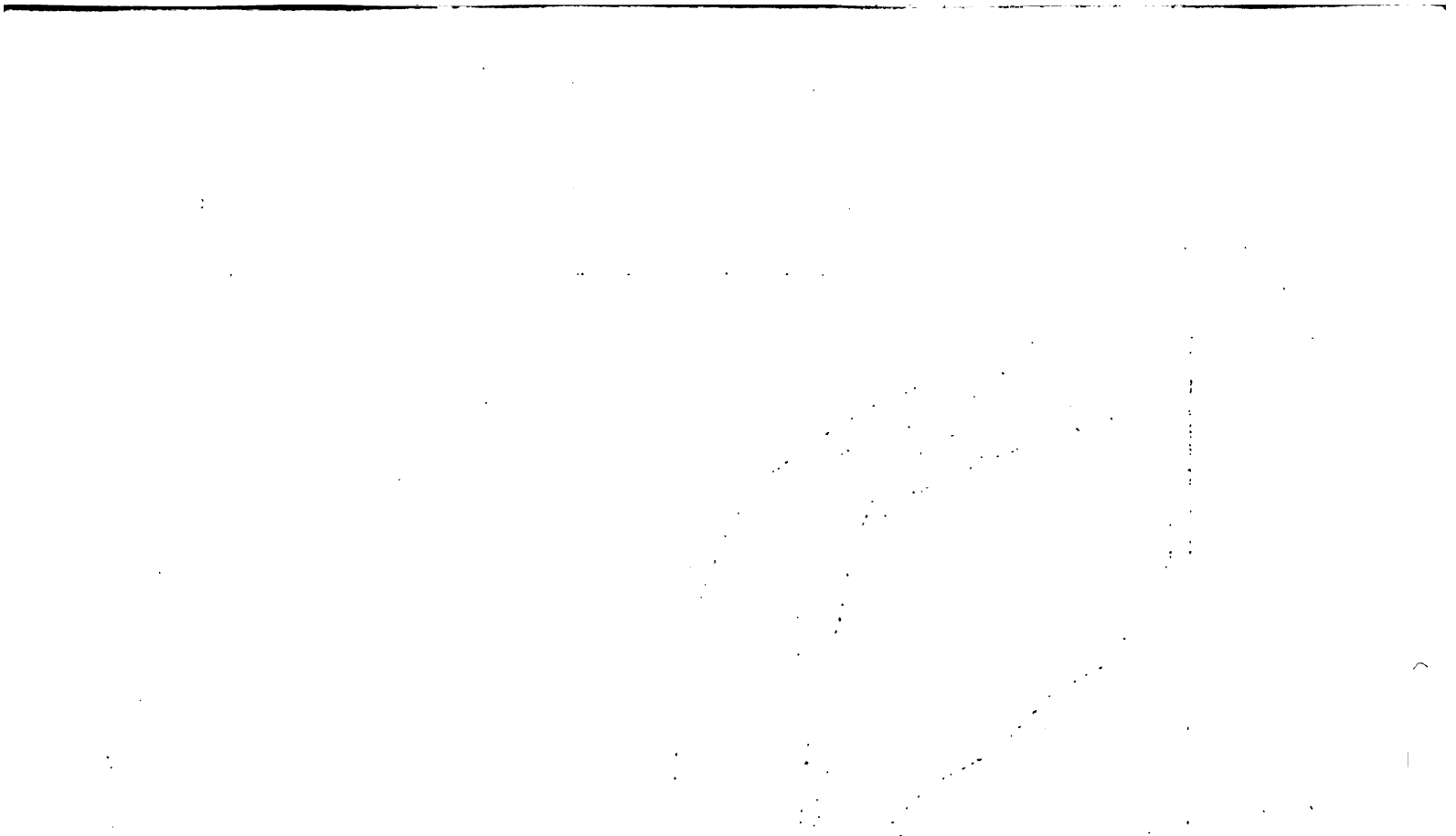
Die Linse nimmt dann, ledig des abplattenden Druckes der Blätter der Zonula, die convexere und dickere Gestalt an, welche der natürlichen Gleichgewichtsform der Linsenmolekel entspricht. (Helmholtz.)

Hört nun plötzlich die Wirkung des Tensor u. s. w. auf, so kehren alle durch dieselbe verschobenen Theile in ihre frühere Lage zurück. Indem aber die Retina ihren alten Lagerungsverhältnissen zustrebt, muss sie in der Gegend der *Ora serrata* durch die daselbst inniger, als die übrige Glashaut mit ihr verschmolzene Zonula, welche in Folge der etwas träge weichenden Convexität und Dicke der Linse plötzlich und heftig gespannt wird, local gezerrt werden — und das ringförmige Phosphen in dem von mir angegebenen Momente der Accommodationsbewegung vermitteln.

In so weit nun die gegebene Erklärung des Accommodationsphosphens befriedigend erscheint, dürfte wiederum die Existenz dieser Lichterscheinung als ein neues Argument für die Richtigkeit oder mindestens für die Wahrscheinlichkeit des in seinen Grundzügen angedeuteten Accommodations-Mechanismus, namentlich der beiden von Helmholtz urgirten Momente sprechen, 1. dass die Gleichgewichtsform der Linse jene ist, für welche der äquatoriale Durchmesser und die Krümmungsradien der vorderen und hinteren Fläche der Linse die kleinsten Werthe haben, und 2. dass die Linse im ruhenden, fernsichtigen Auge zwischen den gespannten Blättern der Zonula abgeplattet wird.

Mag dem jedoch sein wie ihm wolle, so viel darf mit Bestimmtheit geschlossen und als bleibender Gewinn für die Lehre von den Accommodations-Veränderungen betrachtet werden, dass gewisse peripherische Theile der Retina während des plötzlichen Ueberganges aus dem Accommodations-Zustand für die grösste Nähe in jenen für die Ferne einer localen Zerrung ausgesetzt sind, welche in geringerem Grade wohl bei jeder plötzlichen Accommodations-Bewegung für die Ferne stattfinden mag.

Schliesslich bemerke ich nur noch, dass ich mich noch weiter mit der Untersuchung des Accommodationsphosphens zu beschäftigen gedenke, um den gemachten Erklärungsversuch entweder fester zu begründen oder zu berichtigen, da die aus demselben fliessenden Folgerungen für die Ermittelung wenigstens einiger Momente des



X.

Ueber secundäre Zuckung vom theilweise gereizten Muskel aus.

Von

Professor **Johann Czermak** *).

So möchte ich der Kürze halber einen besonderen, meines Wissens bisher noch nicht beschriebenen Fall von „Zuckung ohne Metalle“ nennen, welcher in mehrfacher Hinsicht nicht ganz ohne Interesse sein dürfte.

Ich habe nämlich am 7. Mai l. J. die Beobachtung gemacht (und seither sehr häufig wiederholt), dass ein nach Du Bois Vorschrift sorgfältig isolirter stromprüfender Froschschenkel eine Schliessungszuckung zeigt, wenn man seinen mit einem Glasstabe aufgenommenen Nerven plötzlich auf den natürlichen Längsschnitt eines in partieller idiomusculärer **) Contraction befindlichen Kaninchen- oder Taubenmuskels ***) in der Art fallen lässt, dass er den contrahirten und den nicht contrahirten Theil der gereizten Fasern gleichzeitig berührt.

---

*) Aus dem Maihefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

**) Fährt man sanft drückend mit einem stumpfen Instrument quer über eine Strecke irgend eines animalischen Muskels hin, so erhebt sich bekanntlich die unmittelbar berührte Stelle langsam zu einem Wulste auf dem ruhigen Muskel. Schiff hat diese Art der partiellen Verkürzung der animalischen Muskelfaser die idiomusculäre genannt. — Vgl. Froriep's Tagesberichte 1851, Nr. 300, pag. 198.

***) Die meisten Versuche machte ich an der inneren Oberfläche der Bauchmuskeln lebender oder eben getödteter Kaninchen.

Eine Oeffnungszuckung konnte ich niemals ganz unzweideutig wahrnehmen.

Fiel der Nerv auf den unveränderten, natürlichen Längsschnitt des Muskels oder auf den nicht contrahirten Theil der Fasern allein, wenn auch ganz nahe an den idiomusculären Wulst, oder gegen indifferente feste Körper, so zeigte sich keine Zuckung — wodurch einerseits der Verdacht einer mechanischen Reizung des Nerven beseitigt ist, andererseits erwiesen scheint, dass die Verhältnisse der elektromotorischen Wirksamkeit des natürlichen Längsschnittes an der idiomusculär contrahirten, sonst aber unverletzten Stelle eine Aenderung erlitten haben.

Für jene, welche diese Versuche wiederholen wollen, muss ich bemerken, dass sehr reizbare Froschschenkel *) zwar auch zucken, wenn ihre Nerven auf den unveränderten natürlichen Längsschnitt des Muskels oder auf den nicht contrahirten Theil der local gereizten Fasern allein, ohne zugleich den idiomusculären Wulst zu berühren, herabfallen, dass dann aber die Zuckung immer merklich schwächer ist, als bei der oben angegebenen Anordnung der Berührungspunkte zwischen Nerv und Muskel.

Will man daher die beschriebene Erscheinung sicher und ganz unzweideutig sehen, so muss man gerade jenes Stadium der mittleren Erregbarkeit des physiologischen Rheoskops abwarten und treffen, in welchem die schwachen elektrischen Ströme des unveränderten natürlichen Längsschnittes der Muskeln so eben erst aufgehört haben, Zuckungen hervorrufen zu können.

Verschwindet der idiomusculäre Wulst nach einiger Zeit wieder, so wird die betreffende Stelle des natürlichen Längsschnittes in der Regel auch wieder unwirksam, doch scheint sich manchmal die Störung der elektrischen Verhältnisse daselbst länger, als die von

*) Beiläufig bemerkt, habe ich an diesen Froschschenkeln von höchster Erregbarkeit deutliche, mitunter sogar sehr heftige Zuckungen eintreten sehen, wenn ich ihren Nerv auf ruhende oder in peristaltischen Bewegungen begriffene Theile des Darmes von Kaninchen oder auf die Nieren oder die Leber dieser Thiere herabfallen liess.

blossem Auge sichtbare Wulstung zu erhalten — sogar unter Umständen, welche an eine Zerreissung der Fasern innerhalb ihrer unverletzten Scheiden in Folge des Druckstriches nicht wohl denken lassen.

Ich will nun versuchen, die mitgetheilten Thatsachen aus den bekannten Gesetzen des Muskelstromes zu erklären und ihren etwaigen physiologischen Werth zu beleuchten.

Zunächst dürfte vorauszusetzen sein, dass die elektrischen Ströme der idiomusculär contrahirten Stelle in die negative Schwankung gerathen, und wir wollen für die vorliegende Betrachtung, mit A. Fick*), von der unterbrochenen oder periodischen Natur dieser Veränderung absehend, unterstellen, während der ganzen Dauer der Zusammenziehung sei die elektromotorische Kraft der Molekel anhaltend vermindert, oder, um die Vorstellung zu vereinfachen, wollen wir sie geradezu vernichtet denken. Dann wäre das ganze idiomusculär contrahirte Stück der Fasern wie ein unwirksames Leiterstück anzusehen, welches den Längenschnitt und den Querschnitt leitend verbindet und von Strömen der starken Anordnung durchflossen, erregende Schleifen des ruhenden Muskelstromes der nicht contrahirten Fasertheile in den plötzlich (als Nebenschliessung) anfallenden Nerven entsenden muss. Der Froschschenkel zuckt.

Dass nur eine einfache Zuckung, nicht aber Tetanus entsteht, findet zum Theile vielleicht darin eine Erklärung, dass jene den Nerven erregenden Stromschleifen, welche wegen des vorhin nur behufs der Vereinfachung der Vorstellung als völlig unwirksam angenommen, in der That aber in der negativen Schwankung begriffenen contrahirten Faserstückes offenbar von schwankender Dichtigkeit sein müssen, wahrscheinlich eine zu geringe absolute Stromstärke besitzen werden, als dass sie eine tetanische secundäre Zuckung veranlassen könnten.

Ist die entwickelte Vorstellung im Allgemeinen richtig, so dürften die von mir beobachteten Erscheinungen eine neue Stütze für die

*) S. über theilweise Reizung der Muskelfaser v. A. Fick. In dem I. Hefte des zweiten Bandes der Moleschott'schen »Untersuchungen« etc.

ziemlich schmalen feurigen Saum, welcher, ringförmig in sich selbst zurücklaufend, in dem Momente aufblitzt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung fürs Nahesehen nachlässt.

2. Nach seiner Form und Lage im Sehfeld muss das Accommodationsphosphen durch eine Zerrung der Retina in der Gegend der *Ora serrata* bedingt sein.

3. Da ferner die höchste Intensität gleich beim Auftreten dieser subjectiven Lichtentwicklung, nicht mit der höchsten Anspannung des Auges für die Nähe, sondern, wie gesagt, mit dem Momente der Accommodationsbewegung zusammenfällt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung fürs Nahesehen plötzlich nachlässt, wo also das Auge wieder fernsichtiger wird, so ergiebt sich die wichtige Folgerung, dass eine jener, durch die Accommodation für die Nähe gesetzten Veränderungen mit solcher Trägheit in dem der Ruhelage seiner Theile zustrebenden Auge verschwindet, dass eben hierdurch die momentane Zerrung der Gegend der *Ora serrata* im plötzlich abgespannten Auge veranlasst wird, welche sich als das beschriebene Phosphen subjectiv sichtbar macht.

Ueberlegt man, welches diese Veränderung sein kann, so findet sich meines Erachtens keine andere, als die durch die Cramer-Helmholtz'schen Untersuchungen ermittelte Gestaltveränderung der Linse, nämlich ihr mit der Verkleinerung der Krümmungshalbmesser verbundenes Dickerwerden in der Richtung der optischen Axe.

Die Gestaltveränderungen der Linse lassen sich aber auf folgende Weise ungezwungen mit dem Accommodationsphosphen in einen causalen mechanischen Zusammenhang bringen.

Beim Nahesehen wird, namentlich durch die Wirkung des *tensor chorioideae* Br., die Zonula abgespannt, indem die Aderhaut sammt der Retina (bis in deren *Ora serrata* bekanntlich die Fasern der Zonula zu verfolgen sind) etwas nach vorn gezogen wird.

Die Linse nimmt dann, ledig des abplattenden Druckes der Blätter der Zonula, die convexere und dickere Gestalt an, welche der natürlichen Gleichgewichtsform der Linsenmolekel entspricht. (Helmholtz.)

Hört nun plötzlich die Wirkung des Tensor u. s. w. auf, so kehren alle durch dieselbe verschobenen Theile in ihre frühere Lage zurück. Indem aber die Retina ihren alten Lagerungsverhältnissen zustrebt, muss sie in der Gegend der *Ora serrata* durch die daselbst inniger, als die übrige Glashaut mit ihr verschmolzene Zonula, welche in Folge der etwas träge weichenden Convexität und Dicke der Linse plötzlich und heftig gespannt wird, local gezerrt werden — und das ringförmige Phosphen in dem von mir angegebenen Momente der Accommodationsbewegung vermitteln.

In so weit nun die gegebene Erklärung des Accommodationsphosphens befriedigend erscheint, dürfte wiederum die Existenz dieser Lichterscheinung als ein neues Argument für die Richtigkeit oder mindestens für die Wahrscheinlichkeit des in seinen Grundzügen angedeuteten Accommodations-Mechanismus, namentlich der beiden von Helmholtz urgirten Momente sprechen, 1. dass die Gleichgewichtsform der Linse jene ist, für welche der äquatoriale Durchmesser und die Krümmungsradien der vorderen und hinteren Fläche der Linse die kleinsten Werthe haben, und 2. dass die Linse im ruhenden, fernsichtigen Auge zwischen den gespannten Blättern der Zonula abgeplattet wird.

Mag dem jedoch sein wie ihm wolle, so viel darf mit Bestimmtheit geschlossen und als bleibender Gewinn für die Lehre von den Accommodations-Veränderungen betrachtet werden, dass gewisse peripherische Theile der Retina während des plötzlichen Ueberganges aus dem Accommodations-Zustand für die grösste Nähe in jenen für die Ferne einer localen Zerrung ausgesetzt sind, welche in geringerem Grade wohl bei jeder plötzlichen Accommodations-Bewegung für die Ferne stattfinden mag.

Schliesslich bemerke ich nur noch, dass ich mich noch weiter mit der Untersuchung des Accommodationsphosphens zu beschäftigen gedenke, um den gemachten Erklärungsversuch entweder fester zu begründen oder zu berichtigen, da die aus demselben fliessenden Folgerungen für die Ermittelung wenigstens einiger Momente des

Tabelle II.

Betreffend die einfach ausgeschnittenen Herzen.

A. Männchen.

Nummer des Versuchs	Dauer der Schläge	Anzahl der Schläge	Locationsnummer		Grösse des Thieres	Gewicht in Gramm	Temperatur nach Réaumur
			der Dauer	der Anzahl			
XXXVII	5m15s	110	5	3	klein	560	11·5
XXXV	5·15	118	5	4	mittel	770	10·5
IX	7·15	203	9	12	gross	—	13·5
XLVII	7·35	324	16	31	klein	642	14·5
LIII	12· 7	412	30	41	klein	685	15·5
XLIX	12·30	730	32	55	gross	1355	16·0
XL	12·40	283	33	24	mittel	752	12·0
LIV	16·11	613	42	52	mittel	722	15·5
XXXIV	30·52	223	51	14	klein	871	11·0
XLIII	36·55	323	52	30	gross	1135	13·3
Mittel:	14m39·5s	333·9	28·1	26·6	—	—	13·3

B. Weibchen.

XXXI	5m15s	109	5	2	klein	—	10·0
IV	6·26	296	11	27	mittel	—	10·0
XVII	7·0	250	14	23	mittel	—	12·0
XIV	7·45	286	18	26	mittel	—	11·5
VII	8·30	286	20	26	klein	—	13·0
XXVII	9·30	328	22	32	mittel	—	14·0
XX	9·30	410	22	40	gross	—	13·0
LXI	19·55	443	34	43	gross	950	17·0
XXIV	13·30	233	36	18	gross	—	14·5
LXII	14·12	406	37	38	klein	672	17·0
Mittel:	9m27·3s	304·7	21·9	27·5	—	—	13·2
Gesammtm. a. A. u. B:	12m3 ·4s	319·3	25·0	27·05	—	—	—

X.

Ueber secundäre Zuckung vom theilweise gereizten Muskel aus.

Von

Professor **Johann Czermak** *).

So möchte ich der Kürze halber einen besonderen, meines Wissens bisher noch nicht beschriebenen Fall von „Zuckung ohne Metalle“ nennen, welcher in mehrfacher Hinsicht nicht ganz ohne Interesse sein dürfte.

Ich habe nämlich am 7. Mai l. J. die Beobachtung gemacht (und seither sehr häufig wiederholt), dass ein nach Du Bois Vorschrift sorgfältig isolirter stromprüfender Froschschenkel eine Schliessungszuckung zeigt, wenn man seinen mit einem Glasstabe aufgenommenen Nerven plötzlich auf den natürlichen Längsschnitt eines in partieller idiomusculärer **) Contraction befindlichen Kaninchen- oder Taubenmuskels ***) in der Art fallen lässt, dass er den contrahirten und den nicht contrahirten Theil der gereizten Fasern gleichzeitig berührt.

---

*) Aus dem Maihefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

**) Fährt man sanft drückend mit einem stumpfen Instrument quer über eine Strecke irgend eines animalischen Muskels hin, so erhebt sich bekanntlich die unmittelbar berührte Stelle langsam zu einem Wulste auf dem ruhigen Muskel. Schiff hat diese Art der partiellen Verkürzung der animalischen Muskelfaser die idiomusculäre genannt. — Vgl. Froriep's Tagesberichte 1851, Nr. 300, pag. 198.

***) Die meisten Versuche machte ich an der inneren Oberfläche der Bauchmuskeln lebender oder eben getödteter Kaninchen.

Wir formuliren in Kürze die aus den mitgetheilten Tabellen sich ergebenden Resultate wie folgt:

1. Das ausgeschnittene Kaninchenherz*) kann, sich selbst überlassen, bei mittlerer Zimmertemperatur, über eine halbe Stunde fortschlagen. Die beobachtete untere Grenze der Dauer ist 3 Min. 15 Sec. bis 5 Min. 45 Sec. Als Mittel aus allen 60 Versuchen ergiebt sich eine Dauer von 11 Min. 46.33 Sec.

2. Das ausgeschnittene Kaninchenherz kann noch über 700 Schläge machen. Die beobachtete untere Grenze sind 86 bis 109 Schläge; im Gesammtmittel = 332.366.

3. Unter ähnlichen Bedingungen schlägt das ausgeschnittene Herz der Männchen ♂ länger und öfter, als das der Weibchen ♀. Dies ergiebt sich für die Dauer widerspruchslos sowohl aus den Mittelzahlen der absoluten Werthe und der Locationsnummern, als auch aus den meisten Grenzfällen der einzelnen Tabellen; für die Anzahl der Schläge machen nur die Locationsnummern von Tabelle II eine Ausnahme. (Vgl. Tab. IV.)

4. Das nach der Reizung der Vagi ausgeschnittene Herz schlägt im Allgemeinen länger und öfter, als das nach Durchschneidung der Vagi ausgeschnittene Herz.

Dies gilt natürlich übereinstimmend für Männchen wie für Weibchen und ergiebt sich hinsichtlich der Dauer der Schläge widerspruchslos nicht nur aus den Mittelzahlen der absoluten Werthe und der Locationsnummern der beiden ganzen Tabellen I und III, sondern auch ihrer einzelnen, Männchen und Weibchen betreffenden

*) Es sind, wie gesagt, nur die Kammer-Contractionen genauer berücksichtigt worden. Bezüglich der Vorhöfe bemerken wir beiläufig, dass sie sich in den meisten Fällen öfter zusammenzogen als die Kammern, in einigen Fällen jedoch gar nicht. Die Vorhöfe pulsirten gleich lange Zeit wie die Kammern, nach Durchschneidung der Vagi in 11, nach Reizung der Vagi in 6, bei einfach ausgeschnittenen Herzen in 9 Fällen. Länger als die Kammern schlugen die Vorhöfe nach Durchschneidung der Vagi in 6, nach Reizung der Vagi in 10, nach einfacher Ausschneidung des Herzens in 6 Fällen. Unter diesen letztern ist ein Fall (Nr. XX), ein grosses Weibchen betreffend, in welchem die Vorhöfe über 1 Stunde und 18 Minuten pulsirten.

IX.

Ueber das Accommodationsphosphen.

Von

Professor **Johann Czermak** *).

Von einem feuerigen Ringe, welcher entstehen soll, wenn man das Auge im Finstern „zum Nachsehen anstrengt“ und „plötzlich wieder erschlafft“ spricht schon Purkyně in seinen „Beobachtungen und Versuchen zur Physiologie der Sinne“. Berlin bei Reimer, 1825, Bd. II, pag. 115.

Ich habe diese unverdienter Weise vergessene subjective Lichterscheinung, welche ich das „Accommodationsphosphen“ nennen möchte, neuerdings einer sorgfältigen Untersuchung unterworfen und ihren offenbaren Zusammenhang mit den Accomodations-Veränderungen zu ermitteln versucht.

Folgendes kann ich als die vorläufigen Resultate meiner Bemühungen mittheilen.

1. Wenn man im Finstern die Augen für das Sehen in nächster Nähe einrichtet und dann plötzlich wieder für die Ferne accommodirt, so bemerkt man nahe an der Peripherie des Gesichtsfeldes einen

---

*) Aus dem Novemberhefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

ziemlich schmalen feurigen Saum, welcher, ringförmig in sich selbst zurücklaufend, in dem Momente aufblitzt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung fürs Nahesehen nachlässt.

2. Nach seiner Form und Lage im Sehfeld muss das Accommodationsphosphen durch eine Zerrung der Retina in der Gegend der *Ora serrata* bedingt sein.

3. Da ferner die höchste Intensität gleich beim Auftreten dieser subjectiven Lichtentwicklung, nicht mit der höchsten Anspannung des Auges für die Nähe, sondern, wie gesagt, mit dem Momente der Accommodationsbewegung zusammenfällt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung fürs Nahesehen plötzlich nachlässt, wo also das Auge wieder fernsichtiger wird, so ergiebt sich die wichtige Folgerung, dass eine jener, durch die Accommodation für die Nähe gesetzten Veränderungen mit solcher Trägheit in dem der Ruhelage seiner Theile zustrebenden Auge verschwindet, dass eben hierdurch die momentane Zerrung der Gegend der *Ora serrata* im plötzlich abgespannten Auge veranlasst wird, welche sich als das beschriebene Phosphen subjectiv sichtbar macht.

Ueberlegt man, welches diese Veränderung sein kann, so findet sich meines Erachtens keine andere, als die durch die Cramer-Helmholtz'schen Untersuchungen ermittelte Gestaltveränderung der Linse, nämlich ihr mit der Verkleinerung der Krümmungshalbmesser verbundenes Dickerwerden in der Richtung der optischen Axe.

Die Gestaltveränderungen der Linse lassen sich aber auf folgende Weise ungezwungen mit dem Accommodationsphosphen in einen causalen mechanischen Zusammenhang bringen.

Beim Nahesehen wird, namentlich durch die Wirkung des *tensor chorioideae* Br., die Zonula abgespannt, indem die Aderhaut sammt der Retina (bis in deren *Ora serrata* bekanntlich die Fasern der Zonula zu verfolgen sind) etwas nach vorn gezogen wird.

Die Linse nimmt dann, ledig des abplattenden Druckes der Blätter der Zonula, die convexere und dickere Gestalt an, welche der natürlichen Gleichgewichtsform der Linsenmolekel entspricht. (Helmholtz.)

Hört nun plötzlich die Wirkung des Tensor u. s. w. auf, so kehren alle durch dieselbe verschobenen Theile in ihre frühere Lage zurück. Indem aber die Retina ihren alten Lagerungsverhältnissen zustrebt, muss sie in der Gegend der *Ora serrata* durch die daselbst inniger, als die übrige Glashaut mit ihr verschmolzene Zonula, welche in Folge der etwas träge weichenden Convexität und Dicke der Linse plötzlich und heftig gespannt wird, local gezerrt werden — und das ringförmige Phosphen in dem von mir angegebenen Momente der Accommodationsbewegung vermitteln.

In so weit nun die gegebene Erklärung des Accommodationsphosphens befriedigend erscheint, dürfte wiederum die Existenz dieser Lichterscheinung als ein neues Argument für die Richtigkeit oder mindestens für die Wahrscheinlichkeit des in seinen Grundzügen angedeuteten Accommodations-Mechanismus, namentlich der beiden von Helmholtz urgirten Momente sprechen, 1. dass die Gleichgewichtsform der Linse jene ist, für welche der äquatoriale Durchmesser und die Krümmungsradien der vorderen und hinteren Fläche der Linse die kleinsten Werthe haben, und 2. dass die Linse im ruhenden, fernsichtigen Auge zwischen den gespannten Blättern der Zonula abgeplattet wird.

Mag dem jedoch sein wie ihm wolle, so viel darf mit Bestimmtheit geschlossen und als bleibender Gewinn für die Lehre von den Accommodations-Veränderungen betrachtet werden, dass gewisse peripherische Theile der Retina während des plötzlichen Ueberganges aus dem Accommodations-Zustand für die grösste Nähe in jenen für die Ferne einer localen Zerrung ausgesetzt sind, welche in geringerem Grade wohl bei jeder plötzlichen Accommodations-Bewegung für die Ferne stattfinden mag.

Schliesslich bemerke ich nur noch, dass ich mich noch weiter mit der Untersuchung des Accommodationsphosphens zu beschäftigen gedenke, um den gemachten Erklärungsversuch entweder fester zu begründen oder zu berichtigen, da die aus demselben fliessenden Folgerungen für die Ermittelung wenigstens einiger Momente des

Kein Wunder daher, wenn diese Thiere schon längst, bei den Vätern unserer Bildung an den Küsten des Mittelmeers, wie bei den Orinoko-Indianern und den Arabern des Nils, der Gegenstand eines ahnungsvollen Staunens gewesen, so dass Galen die Narke mit dem Herakleischen Steine als ein verwandtes Räthsel zusammenstellt [2]), während in den Heil- und Zauberkräften, die allerwärts vom Volk den Zitterfischen zugeschrieben werden, die Anfänge der Elektrotherapie zu suchen sind [3]). Kein Wunder, wenn, nachdem endlich 1773 durch Walsh die elektrische Natur der Erscheinung festgestellt worden [4]), an der Entdeckung der Säule Volta selber Nichts mehr Freude gemacht zu haben scheint, als das Licht, das sie, kraft ihrer augenfälligen Aehnlichkeit mit einem elektrischen Organ, auf die Elektricitätserzeugung in letzterem zu werfen versprach [5]).

Und doch ist das Interesse, welches die Zitterfische damals einzuflössen vermochten, nur gering im Vergleich zu dem, auf welches sie heutzutage Anspruch haben. Bis vor Kurzem stellten diese Thiere gewissermassen ein Curiosum, ein ἅπαξ λεγόμενον der Natur dar. Nur die nächsten Verwandten der Torpedineen, die gewöhnlichen Rochen, und einige Knochenfische (ausschliesslich Bewohner afrikanischer Flüsse) besitzen Organe, in denen man die Grundzüge der elektromotorischen Organe wiedererkennt. Doch hat man bis jezt noch keine elektrischen Wirkungen jener Organe beobachtet [6]), die man demnach, so lange nicht entweder dies gelungen oder eine andere Function derselben ermittelt ist, als pseudoelektrische Organe von den ächten elektrischen Organen wird geschieden halten müssen.

Allein die Nerven und Muskeln sämmtlicher Thiere und des Menschen sind jezt als der Sitz eines unablässigen elektrischen Getriebes erkannt. Es ist gewiss, dass diese elektrische Thätigkeit der Muskeln und Nerven aufs innigste verknüpft ist mit ihren sonstigen Leistungen, und es ist wenigstens in hohem Maasse wahrscheinlich, dass die elektrischen Erscheinungen nicht bloss gleichgültige Begleitzeichen, sondern die wesentliche Ursache sind der inneren Bewegungen, aus denen sich der Vorgang in den Nerven bei der Innervation, in den Muskeln bei ihrer Verkürzung zusammensetzt [7]).

X.

Ueber secundäre Zuckung vom theilweise gereizten Muskel aus.

Von

Professor **Johann Czermak** *).

So möchte ich der Kürze halber einen besonderen, meines Wissens bisher noch nicht beschriebenen Fall von „Zuckung ohne Metalle“ nennen, welcher in mehrfacher Hinsicht nicht ganz ohne Interesse sein dürfte.

Ich habe nämlich am 7. Mai l. J. die Beobachtung gemacht (und seither sehr häufig wiederholt), dass ein nach Du Bois Vorschrift sorgfältig isolirter stromprüfender Froschschenkel eine Schliessungszuckung zeigt, wenn man seinen mit einem Glasstabe aufgenommenen Nerven plötzlich auf den natürlichen Längsschnitt eines in partieller idiomusculärer **) Contraction befindlichen Kaninchen- oder Taubenmuskels ***) in der Art fallen lässt, dass er den contrahirten und den nicht contrahirten Theil der gereizten Fasern gleichzeitig berührt.

---

*) Aus dem Maihefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

**) Führt man sanft drückend mit einem stumpfen Instrument quer über eine Strecke irgend eines animalischen Muskels hin, so erhebt sich bekanntlich die unmittelbar berührte Stelle langsam zu einem Wulste auf dem ruhigen Muskel. Schiff hat diese Art der partiellen Verkürzung der animalischen Muskelfaser die idiomusculäre genannt. — Vgl. Froriep's Tagesberichte 1851, Nr. 300, pag. 193.

***) Die meisten Versuche machte ich an der inneren Oberfläche der Bauchmuskeln lebender oder eben getödteter Kaninchen.

Eine Oeffnungszuckung konnte ich niemals ganz unzweideutig wahrnehmen.

Fiel der Nerv auf den unveränderten, natürlichen Längsschnitt des Muskels oder auf den nicht contrahirten Theil der Fasern allein, wenn auch ganz nahe an den idiomusculären Wulst, oder gegen indifferente feste Körper, so zeigte sich keine Zuckung — wodurch einerseits der Verdacht einer mechanischen Reizung des Nerven beseitigt ist, andererseits erwiesen scheint, dass die Verhältnisse der elektromotorischen Wirksamkeit des natürlichen Längsschnittes an der idiomusculär contrahirten, sonst aber unverletzten Stelle eine Aenderung erlitten haben.

Für jene, welche diese Versuche wiederholen wollen, muss ich bemerken, dass sehr reizbare Froschschenkel *) zwar auch zucken, wenn ihre Nerven auf den unveränderten natürlichen Längsschnitt des Muskels oder auf den nicht contrahirten Theil der local gereizten Fasern allein, ohne zugleich den idiomusculären Wulst zu berühren, herabfallen, dass dann aber die Zuckung immer merklich schwächer ist, als bei der oben angegebenen Anordnung der Berührungspunkte zwischen Nerv und Muskel.

Will man daher die beschriebene Erscheinung sicher und ganz unzweideutig sehen, so muss man gerade jenes Stadium der mittleren Erregbarkeit des physiologischen Rheoskops abwarten und treffen, in welchem die schwachen elektrischen Ströme des unveränderten natürlichen Längsschnittes der Muskeln so eben erst aufgehört haben, Zuckungen hervorrufen zu können.

Verschwindet der idiomusculäre Wulst nach einiger Zeit wieder, so wird die betreffende Stelle des natürlichen Längsschnittes in der Regel auch wieder unwirksam, doch scheint sich manchmal die Störung der elektrischen Verhältnisse daselbst länger, als die von

*) Beiläufig bemerkt, habe ich an diesen Froschschenkeln von höchster Erregbarkeit deutliche, mitunter sogar sehr heftige Zuckungen eintreten sehen, wenn ich ihren Nerv auf ruhende oder in peristaltischen Bewegungen begriffene Theile des Darmes von Kaninchen oder auf die Nieren oder die Leber dieses Thiere herabfallen liess.

blossem Auge sichtbare Wulstung zu erhalten — sogar unter Umständen, welche an eine Zerreissung der Fasern innerhalb ihrer unverletzten Scheiden in Folge des Druckstriches nicht wohl denken lassen.

Ich will nun versuchen, die mitgetheilten Thatsachen aus den bekannten Gesetzen des Muskelstromes zu erklären und ihren etwaigen physiologischen Werth zu beleuchten.

Zunächst dürfte vorauszusetzen sein, dass die elektrischen Ströme der idiomusculär contrahirten Stelle in die negative Schwankung gerathen, und wir wollen für die vorliegende Betrachtung, mit A. Fick*), von der unterbrochenen oder periodischen Natur dieser Veränderung absehend, unterstellen, während der ganzen Dauer der Zusammenziehung sei die elektromotorische Kraft der Molekel anhaltend vermindert, oder, um die Vorstellung zu vereinfachen, wollen wir sie geradezu vernichtet denken. Dann wäre das ganze idiomusculär contrahirte Stück der Fasern wie ein unwirksames Leiterstück anzusehen, welches den Längenschnitt und den Querschnitt leitend verbindet und von Strömen der starken Anordnung durchflossen, erregende Schleifen des ruhenden Muskelstromes der nicht contrahirten Fasertheile in den plötzlich (als Nebenschliessung) anfallenden Nerven entsenden muss. Der Froschschenkel zuckt.

Dass nur eine einfache Zuckung, nicht aber Tetanus entsteht, findet zum Theile vielleicht darin eine Erklärung, dass jene den Nerven erregenden Stromschleifen, welche wegen des vorhin nur behufs der Vereinfachung der Vorstellung als völlig unwirksam angenommen, in der That aber in der negativen Schwankung begriffenen contrahirten Faserstückes offenbar von schwankender Dichtigkeit sein müssen, wahrscheinlich eine zu geringe absolute Stromstärke besitzen werden, als dass sie eine tetanische secundäre Zuckung veranlassen könnten.

Ist die entwickelte Vorstellung im Allgemeinen richtig, so dürften die von mir beobachteten Erscheinungen eine neue Stütze für die

*) S. über theilweise Reizung der Muskelfaser v. A. Fick. In dem I. Hefte des zweiten Bandes der Moleschott'schen »Untersuchungen« etc.

ziemlich schmalen feurigen Saum, welcher, ringförmig in sich selbst zurücklaufend, in dem Momente aufblitzt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung fürs Nahesehen nachlässt.

2. Nach seiner Form und Lage im Sehfeld muss das Accommodationsphosphen durch eine Zerrung der Retina in der Gegend der *Ora serrata* bedingt sein.

3. Da ferner die höchste Intensität gleich beim Auftreten dieser subjectiven Lichtentwicklung, nicht mit der höchsten Anspannung des Auges für die Nähe, sondern, wie gesagt, mit dem Momente der Accommodationsbewegung zusammenfällt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung fürs Nahesehen plötzlich nachlässt, wo also das Auge wieder fernsichtiger wird, so ergiebt sich die wichtige Folgerung, dass eine jener, durch die Accommodation für die Nähe gesetzten Veränderungen mit solcher Trägheit in dem der Ruhelage seiner Theile zustrebenden Auge verschwindet, dass eben hierdurch die momentane Zerrung der Gegend der *Ora serrata* im plötzlich abgespannten Auge veranlasst wird, welche sich als das beschriebene Phosphen subjectiv sichtbar macht.

Ueberlegt man, welches diese Veränderung sein kann, so findet sich meines Erachtens keine andere, als die durch die Cramer-Helmholtz'schen Untersuchungen ermittelte Gestaltveränderung der Linse, nämlich ihr mit der Verkleinerung der Krümmungshalbmesser verbundenes Dickerwerden in der Richtung der optischen Axe.

Die Gestaltveränderungen der Linse lassen sich aber auf folgende Weise ungezwungen mit dem Accommodationsphosphen in einen causalen mechanischen Zusammenhang bringen.

Beim Nahesehen wird, namentlich durch die Wirkung des *tensor chorioideae* Br., die Zonula abgespannt, indem die Aderhaut sammt der Retina (bis in deren *Ora serrata* bekanntlich die Fasern der Zonula zu verfolgen sind) etwas nach vorn gezogen wird.

Die Linse nimmt dann, ledig des abplattenden Druckes der Blätter der Zonula, die convexere und dickere Gestalt an, welche der natürlichen Gleichgewichtsform der Linsenmolekel entspricht. (Helmholtz.)

Hört nun plötzlich die Wirkung des Tensor u. s. w. auf, so kehren alle durch dieselbe verschobenen Theile in ihre frühere Lage zurück. Indem aber die Retina ihren alten Lagerungsverhältnissen zustrebt, muss sie in der Gegend der *Ora serrata* durch die daselbst inniger, als die übrige Glashaut mit ihr verschmolzene Zonula, welche in Folge der etwas träge weichenden Convexität und Dicke der Linse plötzlich und heftig gespannt wird, local gezerrt werden — und das ringförmige Phosphen in dem von mir angegebenen Momente der Accommodationsbewegung vermitteln.

In so weit nun die gegebene Erklärung des Accommodationsphosphens befriedigend erscheint, dürfte wiederum die Existenz dieser Lichterscheinung als ein neues Argument für die Richtigkeit oder mindestens für die Wahrscheinlichkeit des in seinen Grundzügen angedeuteten Accommodations-Mechanismus, namentlich der beiden von Helmholtz urgirten Momente sprechen, 1. dass die Gleichgewichtsform der Linse jene ist, für welche der äquatoriale Durchmesser und die Krümmungsradien der vorderen und hinteren Fläche der Linse die kleinsten Werthe haben, und 2. dass die Linse im ruhenden, fernsichtigen Auge zwischen den gespannten Blättern der Zonula abgeplattet wird.

Mag dem jedoch sein wie ihm wolle, so viel darf mit Bestimmtheit geschlossen und als bleibender Gewinn für die Lehre von den Accommodations-Veränderungen betrachtet werden, dass gewisse peripherische Theile der Retina während des plötzlichen Ueberganges aus dem Accommodations-Zustand für die grösste Nähe in jenen für die Ferne einer localen Zerrung ausgesetzt sind, welche in geringerem Grade wohl bei jeder plötzlichen Accommodations-Bewegung für die Ferne stattfinden mag.

Schliesslich bemerke ich nur noch, dass ich mich noch weiter mit der Untersuchung des Accommodationsphosphens zu beschäftigen gedenke, um den gemachten Erklärungsversuch entweder fester zu begründen oder zu berichtigen, da die aus demselben fliessenden Folgerungen für die Ermittelung wenigstens einiger Momente des

ständig auf 18—20° C., wobei sich die Fische vollkommen wohl zu befinden schienen.

Die in Edinburgh untersuchten Weingeistexemplare enthielten in ihrem Darm Reste von Süsswassercrustaceen. Es wurde daher anfangs der Versuch gemacht, die Fische mit solchen Thieren (*Gammarus, Asellus, Daphnia* u. d. m.) zu füttern. Die Beschaffung derselben hatte jedoch, wegen des niedrigen Wasserstandes im verflossenen Sommer, grosse Schwierigkeiten, und da in Edinburgh erkannt worden war, dass der mittelgrosse Fisch auch Regenwürmer fresse, so wurden die Crustaceen, vielleicht zur Unzeit, gegen Regenwürmer vertauscht. Der erwähnte Fisch frass davon in der That mit solcher Begier, dass er die Würmer aus der Pinzette nahm, und, wie nach mehr verlangend, an die Oberfläche stieg, so dass man ihn bis zu einem gewissen Grade als gezähmt ansehen durfte. Er schluckte die Würmer, ohne denselben einen Schlag zu ertheilen, mit einer raschen Saugbewegung ein. Auch der kleinste Fisch hat Würmer gefressen, die in seine Wanne geworfen wurden. Der grösste Fisch dagegen liess sich die Würmer um die Bartfäden ringeln, ohne zu schlagen, oder sich sonst darum zu kümmern und es ist zweifelhaft, ob er je davon gefressen.

Da indessen damals zu erwarten stand, dass auch er sich zuletzt zu dieser Kost bequemen werde, die dem mittleren Fisch so zu behagen schien, so war die beste Aussicht vorhanden, diese wunderbaren Geschöpfe ebenso, wie es bereits mehrmals mit dem Zitteraal geglückt ist, lange Zeit, vielleicht Jahre lang am Leben zu erhalten. Diese Hoffnung ist nicht in Erfüllung gegangen. Gegen Anfang November fingen die Fische zu kränkeln an. Während sie im gesunden Zustand an der dunkelsten Stelle des Bodens ihrer Wanne mit weit ragenden Bartfäden unbeweglich ruhten, sah man sie jetzt, ihrer Lichtscheu vergessen, theils auf den Schwanz gestützt, theils krampfhaft mit den Brustflossen arbeitend, ängstlich an der Oberfläche nach Luft schnappen. Erneuerung des Wassers, die kräftigste Lüftung desselben mittelst des Blasebalges, brachten nur vorübergehend Ruhe.

X.

Ueber secundäre Zuckung vom theilweise gereizten Muskel aus.

Von

Professor **Johann Czermak** *).

So möchte ich der Kürze halber einen besonderen, meines Wissens bisher noch nicht beschriebenen Fall von „Zuckung ohne Metalle“ nennen, welcher in mehrfacher Hinsicht nicht ganz ohne Interesse sein dürfte.

Ich habe nämlich am 7. Mai l. J. die Beobachtung gemacht (und seither sehr häufig wiederholt), dass ein nach Du Bois Vorschrift sorgfältig isolirter stromprüfender Froschschenkel eine Schliessungszuckung zeigt, wenn man seinen mit einem Glasstabe aufgenommenen Nerven plötzlich auf den natürlichen Längsschnitt eines in partieller idiomusculärer **) Contraction befindlichen Kaninchen- oder Taubenmuskels ***) in der Art fallen lässt, dass er den contrahirten und den nicht contrahirten Theil der gereizten Fasern gleichzeitig berührt.

---

*) Aus dem Maihefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

**) Fährt man sanft drückend mit einem stumpfen Instrument quer über eine Strecke irgend eines animalischen Muskels hin, so erhebt sich bekanntlich die unmittelbar berührte Stelle langsam zu einem Wulste auf dem ruhigen Muskel. Schiff hat diese Art der partiellen Verkürzung der animalischen Muskelfaser die idiomusculäre genannt. — Vgl. Froriep's Tagesberichte 1851, Nr. 300, pag. 198.

***) Die meisten Versuche machte ich an der inneren Oberfläche der Bauchmuskeln lebender oder eben getödteter Kaninchen.

und noch über zwei Monate in dem Aquarium bei guter Gesundheit lebte, ohne jedoch im Stande zu sein, wie er es in Edinburgh that und anfangs auch hier vermocht hätte, die darin ausser ihm befindlichen Goldfische, Giebel, Stichlinge u. d. m. zu erschlagen. Er wählte sich den Ort, wo zwischen Gestein und wuchernden Anacharismassen das kalte klare Brunnenwasser hineinrieselte, um daselbst, wenn er nicht mit dem Kesser zu Versuchen herausgeholt wurde, wenigstens den Tag über unbeweglich auf dem Grunde zu liegen.

Den mittleren Fisch zu retten, der die vielen Regenwürmer gefressen hatte, reichte leider auch diese möglichst vollkommene Nachahmung seiner natürlichen Lebensbedingungen nicht aus. Er wurde am 11. November todt gefunden, ehe ich mich hatte entschliessen können, ihn zu solchen Versuchen zu verwenden, die seinen Tod herbeiführen mussten, und zwar in einem Zustand, in dem er kaum noch zu feineren anatomischen Zwecken tauglich war, und der darauf deutete, dass er, der steten Beaufsichtigung ungeachtet, bereits vor einiger Zeit gestorben und unten im Kraut stecken geblieben sein musste. In der That hatte man ihn in den letzten Tagen nicht an der Oberfläche gesehen, dies war aber vielmehr als ein Zeichen der Genesung ausgelegt worden.

Da der kleinste der drei Fische, trotz der Versetzung in's Aquarium, zu kränkeln fortfuhr, so opferte ich diesen, um einem ähnlichen Missgeschick vorzubeugen, am 23. November.

Der grosse Fisch schien sich am 31. December noch vollkommen wohl zu befinden, nachdem er aller Wahrscheinlichkeit nach im Lauf des Decembers, wo es wieder gelang Flohkrebse zu erhalten, Nahrung zu sich genommen hatte. Er erkrankte aber kurz darauf und starb, leider abermals unerwartet, während der Nacht zum 12 d., als ich schon mit den Vorbereitungen zu den Versuchen beschäftigt war, bei denen er getödtet werden sollte. Doch war er, als er am Morgen todt gefunden wurde, zu einer gewissen Klasse wichtiger Versuche glücklicherweise noch nicht unbrauchbar.

Dies ist die Geschichte der drei ersten Zitterwelse, welche lebend nach Europa, ja, mit Ausnahme der von Hrn. Diamanti ohne be-

IX.

Ueber das Accommodationsphosphen.

Von

Professor **Johann Czermak** *).

Von einem feuerigen Ringe, welcher entstehen soll, wenn man das Auge im Finstern „zum Nachsehen anstrengt“ und „plötzlich wieder erschlafft“ spricht schon Purkyne in seinen „Beobachtungen und Versuchen zur Physiologie der Sinne“. Berlin bei Reimer, 1825, Bd. II, pag. 115.

Ich habe diese unverdienter Weise vergessene subjective Lichterscheinung, welche ich das „Accommodationsphosphen“ nennen möchte, neuerdings einer sorgfältigen Untersuchung unterworfen und ihren offenbaren Zusammenhang mit den Accomodations-Veränderungen zu ermitteln versucht.

Folgendes kann ich als die vorläufigen Resultate meiner Bemühungen mittheilen.

1. Wenn man im Finstern die Augen für das Sehen in nächster Nähe einrichtet und dann plötzlich wieder für die Ferne accommodirt, so bemerkt man nahe an der Peripherie des Gesichtsfeldes einen

---

*) Aus dem Novemberhefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

ziemlich schmalen feurigen Saum, welcher, ringförmig in sich selbst zurücklaufend, in dem Momente aufblitzt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung fürs Nahesehen nachlässt.

2. Nach seiner Form und Lage im Sehfeld muss das Accommodationsphosphen durch eine Zerrung der Retina in der Gegend der *Ora serrata* bedingt sein.

3. Da ferner die höchste Intensität gleich beim Auftreten dieser subjectiven Lichtentwicklung, nicht mit der höchsten Anspannung des Auges für die Nähe, sondern, wie gesagt, mit dem Momente der Accommodationsbewegung zusammenfällt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung fürs Nahesehen plötzlich nachlässt, wo also das Auge wieder fernsichtiger wird, so ergiebt sich die wichtige Folgerung, dass eine jener, durch die Accommodation für die Nähe gesetzten Veränderungen mit solcher Trägheit in dem der Ruhelage seiner Theile zustrebenden Auge verschwindet, dass eben hierdurch die momentane Zerrung der Gegend der *Ora serrata* im plötzlich abgespannten Auge veranlasst wird, welche sich als das beschriebene Phosphen subjectiv sichtbar macht.

Ueberlegt man, welches diese Veränderung sein kann, so findet sich meines Erachtens keine andere, als die durch die Cramer-Helmholtz'schen Untersuchungen ermittelte Gestaltveränderung der Linse, nämlich ihr mit der Verkleinerung der Krümmungshalbmesser verbundenes Dickerwerden in der Richtung der optischen Axe.

Die Gestaltveränderungen der Linse lassen sich aber auf folgende Weise ungezwungen mit dem Accommodationsphosphen in einen causalen mechanischen Zusammenhang bringen.

Beim Nahesehen wird, namentlich durch die Wirkung des *tensor chorioideae* Br., die Zonula abgespannt, indem die Aderhaut sammt der Retina (bis in deren *Ora serrata* bekanntlich die Fasern der Zonula zu verfolgen sind) etwas nach vorn gezogen wird.

Die Linse nimmt dann, ledig des abplattenden Druckes der Blätter der Zonula, die convexere und dickere Gestalt an, welche der natürlichen Gleichgewichtsform der Linsenmolekel entspricht. (Helmholtz.)

Hört nun plötzlich die Wirkung des Tensor u. s. w. auf, so kehren alle durch dieselbe verschobenen Theile in ihre frühere Lage zurück. Indem aber die Retina ihren alten Lagerungsverhältnissen zustrebt, muss sie in der Gegend der *Ora serrata* durch die daselbst inniger, als die übrige Glashaut mit ihr verschmolzene Zonula, welche in Folge der etwas träge weichenden Convexität und Dicke der Linse plötzlich und heftig gespannt wird, local gezerrt werden — und das ringförmige Phosphen in dem von mir angegebenen Momente der Accommodationsbewegung vermitteln.

In so weit nun die gegebene Erklärung des Accommodationsphosphens befriedigend erscheint, dürfte wiederum die Existenz dieser Lichterscheinung als ein neues Argument für die Richtigkeit oder mindestens für die Wahrscheinlichkeit des in seinen Grundzügen angedeuteten Accommodations-Mechanismus, namentlich der beiden von Helmholtz urgirten Momente sprechen, 1. dass die Gleichgewichtsform der Linse jene ist, für welche der äquatoriale Durchmesser und die Krümmungsradien der vorderen und hinteren Fläche der Linse die kleinsten Werthe haben, und 2. dass die Linse im ruhenden, fernsichtigen Auge zwischen den gespannten Blättern der Zonula abgeplattet wird.

Mag dem jedoch sein wie ihm wolle, so viel darf mit Bestimmtheit geschlossen und als bleibender Gewinn für die Lehre von den Accommodations-Veränderungen betrachtet werden, dass gewisse peripherische Theile der Retina während des plötzlichen Ueberganges aus dem Accommodations-Zustand für die grösste Nähe in jenen für die Ferne einer localen Zerrung ausgesetzt sind, welche in geringerem Grade wohl bei jeder plötzlichen Accommodations-Bewegung für die Ferne stattfinden mag.

Schliesslich bemerke ich nur noch, dass ich mich noch weiter mit der Untersuchung des Accommodationsphosphens zu beschäftigen gedenke, um den gemachten Erklärungsversuch entweder fester zu begründen oder zu berichtigen, da die aus demselben fliessenden Folgerungen für die Ermittelung wenigstens einiger Momente des

Zeitraum getrennt. Hierdurch wird es, ohne weitere Kunstgriffe schlechterdings unmöglich, den Einfluss zu ermitteln, den dieser oder jener Umstand auf die Stärke des in den Experimentirkreis abgeleiteten Stromzweiges ausübt. Man bleibt stets im Dunkel darüber, ob etwa sich zeigende Unterschiede von dem betreffenden Umstand herrühren, oder von der verschiedenen Anzahl und Aufeinanderfolge der Schläge. Das Nerv-Muskelpräparat, als wachsamer Gehülfe mit der rechtzeitigen Oeffnung des Experimentirkreises betraut, macht dieser Verlegenheit ein Ende. Es ist sehr leicht, eine solche Einrichtung zu treffen, dass das Präparat in jedem Versuch durchaus nur den ganzen ersten Schlag, oder gar nur einen stets proportionalen Antheil der sich darin abgleichenden Elektricitätsmenge hindurchlässt, vor den folgenden Schlägen aber, die der gleichzeitig erregte Froschwecker anzeigt, hurtig die Fallbrücke aufzieht.

So gelingt es in mehreren aufeinanderfolgenden, unter denselben Umständen angestellten Versuchen, den Spiegel der Tangentenbussole durch den Schlag des gereizten Fisches nicht selten bis auf den Scalentheil genau denselben Ausschlag beschreiben zu sehen. Die Ablesung mit Spiegel, Scale und Fernrohr ist beiläufig hier die allein brauchbare, weil aus leicht ersichtlichen Gründen sie allein hinreichende Sicherheit gegen die Störungen gewährt, die bei anderen galvanometrischen Werkzeugen aus der Veränderung des Magnetismus der Nadeln durch den Schlag entspringen.

Um den Strom vom Fisch unter möglichst vortheilhaften Bedingungen abzuleiten, wurde folgende Einrichtung getroffen. Da der Fisch nicht ohne Lebensgefahr aus dem eine Nebenschliessung bildenden Wasser an die isolirende Luft gehoben werden konnte, so wurde versucht ihn im Wasser selbst in dem Augenblick des Schlages zu isoliren. Zu diesem Zweck schnitzte ich aus Lindenholz möglichst genaue Modelle der drei Fische. Diese Modelle dienten als Leisten, um darüber aus Guttapercha Deckel zu verfertigen, die, Mumiensargdeckeln ähnlich, den Fischen im Wasser aufgesetzt werden konnten, und ringsum möglichst genau an die Fische und an eine den Boden bedeckende Spiegelplatte anschlossen. Innen waren die Deckel, Kopf

X.

Ueber secundäre Zuckung vom theilweise gereizten Muskel aus.

Von

Professor **Johann Czermak** *).

So möchte ich der Kürze halber einen besonderen, meines Wissens bisher noch nicht beschriebenen Fall von „Zuckung ohne Metalle“ nennen, welcher in mehrfacher Hinsicht nicht ganz ohne Interesse sein dürfte.

Ich habe nämlich am 7. Mai l. J. die Beobachtung gemacht (und seither sehr häufig wiederholt), dass ein nach Du Bois Vorschrift sorgfältig isolirter stromprüfender Froschschenkel eine Schliessungszuckung zeigt, wenn man seinen mit einem Glasstabe aufgenommenen Nerven plötzlich auf den natürlichen Längsschnitt eines in partieller idiomusculärer **) Contraction befindlichen Kaninchen- oder Taubenmuskels ***) in der Art fallen lässt, dass er den contrahirten und den nicht contrahirten Theil der gereizten Fasern gleichzeitig berührt.

---

*) Aus dem Maihefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

**) Führt man sanft drückend mit einem stumpfen Instrument quer über eine Strecke irgend eines animalischen Muskels hin, so erhebt sich bekanntlich die unmittelbar berührte Stelle langsam zu einem Wulste auf dem ruhigen Muskel. Schiff hat diese Art der partiellen Verkürzung der animalischen Muskelfaser die idiomusculäre genannt. — Vgl. Froriep's Tagesberichte 1851, Nr. 300, pag. 198.

***) Die meisten Versuche machte ich an der inneren Oberfläche der Bauchmuskeln lebender oder eben getödteter Kaninchen.

grossen Fisch in der letzten Zeit eine längere Versuchsreihe angestellt wurde, sah er zuletzt ganz blass aus, erschien aber nach wenigen Tagen abermals hervorgeholt wieder tiefbraun gefärbt.

Obschon für gewöhnlich sehr ruhig, sind die Zitterwelse doch muthig und kampflustig. Fische und Frösche, die zu ihnen in's Wasser gethan werden, fallen sie sofort mit elektrischen Schlägen an. Gewöhnlich erwiedern sie jede Berührung mit einem Schlage, doch kommt es auch vor, dass sie sich der Hand mit einer heftigen Bewegung entziehen, ohne zu schlagen. Wenn die Fische in den Wannen frisches Wasser erhielten, schwammen sie gewöhnlich lebhaft im Strudel umher, und entluden dabei, wie der Froschwecker lehrte, nicht selten ihre Batterien, ob zur Gegenwehr gegen eine vermeintliche Gefahr oder als Ausdruck des Behagens, möchte schwer zu sagen sein. Der grosse Fisch hatte offenbar einen Hass auf die Elektroden des Froschweckers geworfen, und fiel sie öfter mit Bissen an, die er mit mehreren rasch aufeinander folgenden Schlägen begleitete. Durch den Anblick der rothen Farbe schienen sich die Fische nicht, wie dies mit den Fröschen der Fall ist, aufregen zu lassen.

Die nähere Untersuchung der elektrischen Wirkungen der Zitterfische hebt natürlich mit derjenigen an, die sich zunächst darbietet, der physiologischen Wirkung nämlich oder des Schlages im engeren Sinne.

Im Vergleich zu ihrer Grösse ist der Schlag der Zitterwelse ein überraschend heftiger. Als ich mit beiden wohl durchfeuchteten Händen den im Wasser befindlichen Fisch an Kopf und Schwanz ergriff, erhielt ich einen Schlag, der sich bis an die Ellbogen erstreckte. Der Schlag schien mir nicht so trocken wie der der Leydner Flasche, sondern hatte mehr etwas schwellendes. Berührt man mit der einen Hand den im Wasser befindlichen Fisch, so empfindet man einen in der Haut stechenden, und in allen Gelenken schmerzenden Schlag in dem eingetauchten Theil. Am wunderbarsten ist unstreitig der Eindruck des Schlages, wenn man mit benetzten Händen gewöhnliche kupferne Handhaben ergreift, die durch Drähte mit den beiden Belegungen eines der beschriebenen Guttaperchadeckel verbunden sind,

IX.

Ueber das Accommodationsphosphen.

Von

Professor **Johann Czermak** *).

Von einem feuerigen Ringe, welcher entstehen soll, wenn man das Auge im Finstern „zum Nachsehen anstrengt“ und „plötzlich wieder erschlafft“ spricht schon Purkyně in seinen „Beobachtungen und Versuchen zur Physiologie der Sinne“. Berlin bei Reimer, 1825, Bd. II, pag. 115.

Ich habe diese unverdienter Weise vergessene subjective Lichterscheinung, welche ich das „Accommodationsphosphen“ nennen möchte, neuerdings einer sorgfältigen Untersuchung unterworfen und ihren offenbaren Zusammenhang mit den Accomodations-Veränderungen zu ermitteln versucht.

Folgendes kann ich als die vorläufigen Resultate meiner Bemühungen mittheilen.

1. Wenn man im Finstern die Augen für das Sehen in nächster Nähe einrichtet und dann plötzlich wieder für die Ferne accommodirt, so bemerkt man nahe an der Peripherie des Gesichtsfeldes einen

---

*) Aus dem Novemberhefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

ziemlich schmalen feurigen Saum, welcher, ringförmig in sich selbst zurücklaufend, in dem Momente aufblitzt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung fürs Nahesehen nachlässt.

2. Nach seiner Form und Lage im Sehfeld muss das Accommodationsphosphen durch eine Zerrung der Retina in der Gegend der *Ora serrata* bedingt sein.

3. Da ferner die höchste Intensität gleich beim Auftreten dieser subjectiven Lichtentwicklung, nicht mit der höchsten Anspannung des Auges für die Nähe, sondern, wie gesagt, mit dem Momente der Accommodationsbewegung zusammenfällt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung fürs Nahesehen plötzlich nachlässt, wo also das Auge wieder fernsichtiger wird, so ergiebt sich die wichtige Folgerung, dass eine jener, durch die Accommodation für die Nähe gesetzten Veränderungen mit solcher Trägheit in dem der Ruhelage seiner Theile zustrebenden Auge verschwindet, dass eben hierdurch die momentane Zerrung der Gegend der *Ora serrata* im plötzlich abgespannten Auge veranlasst wird, welche sich als das beschriebene Phosphen subjectiv sichtbar macht.

Ueberlegt man, welches diese Veränderung sein kann, so findet sich meines Erachtens keine andere, als die durch die Cramer-Helmholtz'schen Untersuchungen ermittelte Gestaltveränderung der Linse, nämlich ihr mit der Verkleinerung der Krümmungshalbmesser verbundenes Dickerwerden in der Richtung der optischen Axe.

Die Gestaltveränderungen der Linse lassen sich aber auf folgende Weise ungezwungen mit dem Accommodationsphosphen in einen causalen mechanischen Zusammenhang bringen.

Beim Nahesehen wird, namentlich durch die Wirkung des *tensor chorioideae* Br., die Zonula abgespannt, indem die Aderhaut sammt der Retina (bis in deren *Ora serrata* bekanntlich die Fasern der Zonula zu verfolgen sind) etwas nach vorn gezogen wird.

Die Linse nimmt dann, ledig des abplattenden Druckes der Blätter der Zonula, die convexere und dickere Gestalt an, welche der natürlichen Gleichgewichtsform der Linsenmolekel entspricht. (Helmholtz.)

Hört nun plötzlich die Wirkung des Tensor u. s. w. auf, so kehren alle durch dieselbe verschobenen Theile in ihre frühere Lage zurück. Indem aber die Retina ihren alten Lagerungsverhältnissen zustrebt, muss sie in der Gegend der *Ora serrata* durch die daselbst inniger, als die übrige Glashaut mit ihr verschmolzene Zonula, welche in Folge der etwas träge weichenden Convexität und Dicke der Linse plötzlich und heftig gespannt wird, local gezerrt werden — und das ringförmige Phosphen in dem von mir angegebenen Momente der Accommodationsbewegung vermitteln.

In so weit nun die gegebene Erklärung des Accommodationsphosphens befriedigend erscheint, dürfte wiederum die Existenz dieser Lichterscheinung als ein neues Argument für die Richtigkeit oder mindestens für die Wahrscheinlichkeit des in seinen Grundzügen angedeuteten Accommodations-Mechanismus, namentlich der beiden von Helmholtz urgirten Momente sprechen, 1. dass die Gleichgewichtsform der Linse jene ist, für welche der äquatoriale Durchmesser und die Krümmungsradien der vorderen und hinteren Fläche der Linse die kleinsten Werthe haben, und 2. dass die Linse im ruhenden, fernsichtigen Auge zwischen den gespannten Blättern der Zonula abgeplattet wird.

Mag dem jedoch sein wie ihm wolle, so viel darf mit Bestimmtheit geschlossen und als bleibender Gewinn für die Lehre von den Accommodations-Veränderungen betrachtet werden, dass gewisse peripherische Theile der Retina während des plötzlichen Ueberganges aus dem Accommodations-Zustand für die grösste Nähe in jenen für die Ferne einer localen Zerrung ausgesetzt sind, welche in geringerem Grade wohl bei jeder plötzlichen Accommodations-Bewegung für die Ferne stattfinden mag.

Schliesslich bemerke ich nur noch, dass ich mich noch weiter mit der Untersuchung des Accommodationsphosphens zu beschäftigen gedenke, um den gemachten Erklärungsversuch entweder fester zu begründen oder zu berichtigen, da die aus demselben fliessenden Folgerungen für die Ermittelung wenigstens einiger Momente des

stehe. Doch ist leicht zu zeigen, dass der einzige Grund jenes Verhaltens in der Polarisation der Platinspitzen liegt, welche schneller, als man nach geschehenem Schlage die Sättel aus dem Wasser heben und dadurch den Kreis öffnen kann, einen Strom in umgekehrter Richtung erzeugt, von dem der Fleck unter der ursprünglich negativen Spitze berührt. Dasselbe lässt sich in Inductionskreisen und in verzweigten galvanischen Leitungen wahrnehmen, wo gleichfalls die Spitzen noch zum Kreise geschlossen bleiben, nachdem der ursprüngliche Strom vorüber ist [20]).

Was den zeitlichen Verlauf des Schlages betrifft, von dem bisher noch gar nichts bekannt war, so hat sich auf dem früher bereits angedeuteten Wege ergeben, dass die Dauer des Schlages eine kleine Zeitgrösse von einerlei Ordnung ist mit denen, die bei der Muskelzusammenziehung in Betracht kommen. Leider bin ich nicht dazu gelangt, wie ich es beabsichtigte, eine Versuchsreihe über Stärke und Dauer des Schlages am Magnetometer und Elektrodynamometer anzustellen, und eben so wenig ist es möglich gewesen, wie hier sogleich angemerkt werden mag, verschiedene wichtige Fragen zu beantworten, zu deren Entscheidung das Myographion ein geeignetes Mittel geboten hätte.

Nach dieser mehr physikalischen Erforschung dessen, was im Augenblick des Schlages im Experimentirkreis vorgeht, wendet sich die Untersuchung der dabei am Körper des Fisches und im umgebenden Wasser stattfindenden Vertheilung der Spannungen zu, und zwar in doppeltem Bezuge, erstens was die Grösse und zweitens was das Zeichen derselben an verschiedenen Punkten betrifft.

Die einfachste Wahrnehmung lehrt, dass die elektrischen Gegensätze an diesem Fisch, wie am Zitteraal, in der Richtung der Längsaxe vertheilt sind. An Kopf- und Schwanzende des Organs sind auch hier dessen elektrische Polflächen zu suchen, sofern bei einer nicht isolirten Säule davon die Rede sein kann. Demgemäss erhält man die stärkste Wirkung, je weiter auseinandergelegene Punkte der Länge des Organs man zwischen die Enden des ableitenden Bogens

X.

Ueber secundäre Zuckung vom theilweise gereizten Muskel aus.

Von

Professor **Johann Czermak** *).

So möchte ich der Kürze halber einen besonderen, meines Wissens bisher noch nicht beschriebenen Fall von „Zuckung ohne Metalle“ nennen, welcher in mehrfacher Hinsicht nicht ganz ohne Interesse sein dürfte.

Ich habe nämlich am 7. Mai l. J. die Beobachtung gemacht (und seither sehr häufig wiederholt), dass ein nach Du Bois Vorschrift sorgfältig isolirter stromprüfender Froschschenkel eine Schliessungszuckung zeigt, wenn man seinen mit einem Glasstabe aufgenommenen Nerven plötzlich auf den natürlichen Längsschnitt eines in partieller idiomusculärer **) Contraction befindlichen Kaninchen- oder Taubenmuskels ***) in der Art fallen lässt, dass er den contrahirten und den nicht contrahirten Theil der gereizten Fasern gleichzeitig berührt.

---

*) Aus dem Maihefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

**) Fährt man sanft drückend mit einem stumpfen Instrument quer über eine Strecke irgend eines animalischen Muskels hin, so erhebt sich bekanntlich die unmittelbar berührte Stelle langsam zu einem Wulste auf dem ruhigen Muskel. Schiff hat diese Art der partiellen Verkürzung der animalischen Muskelfaser die idiomusculäre genannt. — Vgl. Froriep's Tagesberichte 1851, Nr. 300, pag. 198.

***) Die meisten Versuche machte ich an der inneren Oberfläche der Bauchmuskeln lebender oder eben getödteter Kaninchen.

wagerechte Richtung der Elektricitätsbewegung in demselben eschlossen hatte. Er war aber weiter gegangen und hatte geglaubt, aus dem Eintritt der Nervenröhren in die hintere Fläche der elektrischen Plättchen folgern zu dürfen, dass beim Zitterwels wie beim Zitteraal das Kopfende des Organs sich positiv, das Schwanzende negativ verhalten, oder dass der Strom im Organ vom Schwanz zum Kopf, im umgebenden Wasser oder jedem andern dem Organ angelegten Leiter vom Kopf zum Schwanz gerichtet sein würde.

Diese Muthmassung hat sich nicht bestätigt. Gleich der erste Versuch, den ich am 13. August an dem kleinsten Fisch mit Hülfe von Prof. Goodsir anstellte und am nämlichen Tage der Akademie mittheilte [21]), ergab gerade das Umgekehrte von dem, was Hr. Bilharz aus dem mikroskopischen Befund anscheinend mit so voller Berechtigung entnommen hatte. Es hat sich seitdem in zahlreichen Versuchen bestätigt, dass der Schlag im Organ des Zitterwelses unabänderlich vom Kopf nach dem Schwanz gerichtet ist, so dass wenn eine Säule des Zitterrochen-Organs, um zu einer des Zitteraal-Organs zu werden, sich mit dem oberen Ende nach vorwärts neigen muss, sie sich mit demselben Ende nach hintenüber zu legen hat, um zu einer Säule des Zitterwels-Organs zu werden.

Damit schien die Hoffnung vernichtet, in dem Sinne wie Hr. Bilharz es gewollt hatte, eine durchgreifende Beziehung zu erkennen zwischen der Anordnung der Nerven und der Vertheilung der Spannungen in den elektromotorischen Organen. Abermals jedoch sollte das der Erforschung der Zitterfische günstige Geschick des vorigen Jahres der drohenden Verwirrung rasche Abhülfe bringen. Hr. Ecker in Freiburg hatte nämlich bereits in dem pseudoelektrischen Organ gewisser Mormyrusarten die Beobachtung gemacht, dass die Nervenröhren, anstatt sich unmittelbar in die ihnen zugekehrte Fläche der pseudoelektrischen Plättchen zu versenken, zuerst durch scharf ausgeschnittene Löcher in diesen Plättchen treten, um dann kolbig anzuschwellen und rückwärts zahlreiche Ausläufer in die ihrer Verbreitungsrichtung ursprünglich abgekehrte Fläche der Plättchen zu schicken [22]). Hr. Max Schultze in Halle, der sich ebenfalls mit

IX.

Ueber das Accommodationsphosphen.

Von

Professor **Johann Czermak** *).

Von einem feuerigen Ringe, welcher entstehen soll, wenn man das Auge im Finstern „zum Nachsehen anstrengt“ und „plötzlich wieder erschlafft“ spricht schon Purkyně in seinen „Beobachtungen und Versuchen zur Physiologie der Sinne“. Berlin bei Reimer, 1825, Bd. II, pag. 115.

Ich habe diese unverdienter Weise vergessene subjective Lichterscheinung, welche ich das „Accommodationsphosphen“ nennen möchte, neuerdings einer sorgfältigen Untersuchung unterworfen und ihren offenbaren Zusammenhang mit den Accomodations-Veränderungen zu ermitteln versucht.

Folgendes kann ich als die vorläufigen Resultate meiner Bemühungen mittheilen.

1. Wenn man im Finstern die Augen für das Sehen in nächster Nähe einrichtet und dann plötzlich wieder für die Ferne accommodirt, so bemerkt man nahe an der Peripherie des Gesichtsfeldes einen

---

*) Aus dem Novemberhefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

ziemlich schmalen feurigen Saum, welcher, ringförmig in sich selbst zurücklaufend, in dem Momente aufblitzt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung fürs Nahesehen nachlässt.

2. Nach seiner Form und Lage im Sehfeld muss das Accommodationsphosphen durch eine Zerrung der Retina in der Gegend der *Ora serrata* bedingt sein.

3. Da ferner die höchste Intensität gleich beim Auftreten dieser subjectiven Lichtentwicklung, nicht mit der höchsten Anspannung des Auges für die Nähe, sondern, wie gesagt, mit dem Momente der Accommodationsbewegung zusammenfällt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung fürs Nahesehen plötzlich nachlässt, wo also das Auge wieder fernsichtiger wird, so ergiebt sich die wichtige Folgerung, dass eine jener, durch die Accommodation für die Nähe gesetzten Veränderungen mit solcher Trägheit in dem der Ruhelage seiner Theile zustrebenden Auge verschwindet, dass eben hierdurch die momentane Zerrung der Gegend der *Ora serrata* im plötzlich abgespannten Auge veranlasst wird, welche sich als das beschriebene Phosphen subjectiv sichtbar macht.

Ueberlegt man, welches diese Veränderung sein kann, so findet sich meines Erachtens keine andere, als die durch die Cramer-Helmholtz'schen Untersuchungen ermittelte Gestaltveränderung der Linse, nämlich ihr mit der Verkleinerung der Krümmungshalbmesser verbundenes Dickerwerden in der Richtung der optischen Axe.

Die Gestaltveränderungen der Linse lassen sich aber auf folgende Weise ungezwungen mit dem Accommodationsphosphen in einen causalen mechanischen Zusammenhang bringen.

Beim Nahesehen wird, namentlich durch die Wirkung des *tensor chorioideae* Br., die Zonula abgespannt, indem die Aderhaut sammt der Retina (bis in deren *Ora serrata* bekanntlich die Fasern der Zonula zu verfolgen sind) etwas nach vorn gezogen wird.

Die Linse nimmt dann, ledig des abplattenden Druckes der Blätter der Zonula, die convexere und dickere Gestalt an, welche der natürlichen Gleichgewichtsform der Linsenmolekel entspricht. (Helmholtz.)

Hört nun plötzlich die Wirkung des Tensor u. s. w. auf, so kehren alle durch dieselbe verschobenen Theile in ihre frühere Lage zurück. Indem aber die Retina ihren alten Lagerungsverhältnissen zustrebt, muss sie in der Gegend der *Ora serrata* durch die daselbst inniger, als die übrige Glashaut mit ihr verschmolzene Zonula, welche in Folge der etwas träge weichenden Convexität und Dicke der Linse plötzlich und heftig gespannt wird, local gezerrt werden — und das ringförmige Phosphen in dem von mir angegebenen Momente der Accommodationsbewegung vermitteln.

In so weit nun die gegebene Erklärung des Accommodationsphosphens befriedigend erscheint, dürfte wiederum die Existenz dieser Lichterscheinung als ein neues Argument für die Richtigkeit oder mindestens für die Wahrscheinlichkeit des in seinen Grundzügen angedeuteten Accommodations-Mechanismus, namentlich der beiden von Helmholtz urgirten Momente sprechen, 1. dass die Gleichgewichtsform der Linse jene ist, für welche der äquatoriale Durchmesser und die Krümmungsradien der vorderen und hinteren Fläche der Linse die kleinsten Werthe haben, und 2. dass die Linse im ruhenden, fernsichtigen Auge zwischen den gespannten Blättern der Zonula abgeplattet wird.

Mag dem jedoch sein wie ihm wolle, so viel darf mit Bestimmtheit geschlossen und als bleibender Gewinn für die Lehre von den Accommodations-Veränderungen betrachtet werden, dass gewisse peripherische Theile der Retina während des plötzlichen Ueberganges aus dem Accommodations-Zustand für die grösste Nähe in jenen für die Ferne einer localen Zerrung ausgesetzt sind, welche in geringerem Grade wohl bei jeder plötzlichen Accommodations-Bewegung für die Ferne stattfinden mag.

Schliesslich bemerke ich nur noch, dass ich mich noch weiter mit der Untersuchung des Accommodationsphosphens zu beschäftigen gedenke, um den gemachten Erklärungsversuch entweder fester zu begründen oder zu berichtigen, da die aus demselben fliessenden Folgerungen für die Ermittelung wenigstens einiger Momente des

kam, wo die Dichtigkeit des Stromes am grössten war, zog er sich eilig zurück, ertheilte auch wohl, gleichsam sein „*anch' io*“ sprechend, ein paar Schläge, und suchte mit richtigem Instinkt, als kenne er die Gesetze der Stromvertheilung in nicht prismatischen Leitern, die Stellung auf, in der seine Längsaxe die am wenigsten dichten Stromescurven senkrecht schnitt. Allein mitten in dem tobenden Ungewitter, welches meine Hand, wenn ich sie eintauchte, krampfhaft zusammenbog, beherrschte er alle seine Muskeln, und seine elektrischen Organe, so völlig, wie etwa ein anderes Thier im Felde eines grossen Elektromagnets; und er schwamm aus dem Bereich der heftigsten Ströme etwa mit derselben gemächlichen Hast, mit der wir uns einem üblen Geruch oder einem lästigen Zugwind entziehen. Genug, es kann keine Frage sein, der lebende Zitterwels besitzt Immunität gegen den elektrischen Strom, sowohl den stetigen als den unterbrochenen, und dies erklärt hinlänglich, weshalb er durch seine Schläge weder sich selbst noch seinesgleichen zu beschädigen vermag. [28])

Worauf diese Eigenschaft, die die übrigen Zitterfische unstreitig mit ihm theilen, beruhen möge, ist nun freilich eine andere Frage, zu deren Beantwortung der gegenwärtige Thatbestand bei weitem noch nicht hinreicht. Da indessen die blossgelegten Muskeln und Muskelnerven der Zitterfische, und auch die elektrischen Nerven dem elektrischen Strom gehorchen, so kann jedenfalls schon so viel gesagt werden, dass jene Immunität bei einer gewissen Stromdichte, die in den obigen Versuchen nicht erreicht war, eine Grenze haben würde. Man könnte, gewissen Anzeichen zufolge, glauben, dass der Zitterwels durch irgend einen Einfluss vom Rückenmark aus seine Nerven gegen den Angriff des fremden Stromes stähle. Diese Muthmassung findet sich aber schon durch einen Versuch an dem kleinsten Zitterwels widerlegt. Nach Unterbindung des einen elektrischen Nerven konnte der sterbende Fisch in einem mit Wasser gefüllten länglichen Glastrog, dessen Querschnitt er fast vollständig einnahm, den heftigsten Strömen des Schlitten-Magnetelektromotors ausgesetzt werden, ohne dass die dem Einfluss des Rückenmarks entzogene Organhälfte dadurch mehr zur Thätigkeit veranlasst wurde,

X.

Ueber secundäre Zuckung vom theilweise gereizten Muskel aus.

Von

Professor **Johann Czermak** *).

So möchte ich der Kürze halber einen besonderen, meines Wissens bisher noch nicht beschriebenen Fall von „Zuckung ohne Metalle“ nennen, welcher in mehrfacher Hinsicht nicht ganz ohne Interesse sein dürfte.

Ich habe nämlich am 7. Mai l. J. die Beobachtung gemacht (und seither sehr häufig wiederholt), dass ein nach Du Bois Vorschrift sorgfältig isolirter stromprüfender Froschschenkel eine Schliessungszuckung zeigt, wenn man seinen mit einem Glasstabe aufgenommenen Nerven plötzlich auf den natürlichen Längsschnitt eines in partieller idiomusculärer **) Contraction befindlichen Kaninchen- oder Taubenmuskels ***) in der Art fallen lässt, dass er den contrahirten und den nicht contrahirten Theil der gereizten Fasern gleichzeitig berührt.

---

*) Aus dem Maihefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

**) Fährt man sanft drückend mit einem stumpfen Instrument quer über eine Strecke irgend eines animalischen Muskels hin, so erhebt sich bekanntlich die unmittelbar berührte Stelle langsam zu einem Wulste auf dem ruhigen Muskel. Schiff hat diese Art der partiellen Verkürzung der animalischen Muskelfaser die idiomusculäre genannt. — Vgl. Froriep's Tagesberichte 1851, Nr. 300, pag. 198.

***) Die meisten Versuche machte ich an der inneren Oberfläche der Bauchmuskeln lebender oder eben getödteter Kaninchen.

19) Vergl. John Davy Philosophical Transactions etc. For the Year 1832. P. II. p. 276*; — Researches, physiological and anatomical. London 1839. vol. I. p. 48*.

20) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 400.

21) Diese Berichte, August 1857. S. 424.

22) Untersuchungen zur Ichthyologie u. s. w. Freiburg i. B. 1857. 4. S. 29*.

23) Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Halle im Jahre 1857. 4. Bd. IV. 1858. (Separatabdruck*).

24) Pacini, Sulla Struttura intima dell' Organo elettrico del Gimnoto ec. Firenze 1852. p. 25*.

25) Recueil d'Observations de Zoologie etc. Paris 1811. 4. p. 79*.

26) Comptes rendus etc. 24 Octobre 1836. t. III. p. 490*; — L'Institut etc. t. IV. No. 181. p. 350*; — Poggendorff's Annalen u. s. w. 1836. Bd. XXXIX. S. 413*.

27) Poggendorff's Annalen u. s. w. 1843. Bd. LVIII. S. 29. 30. § 75.

28) In Hrn. Colladon's Abhandlung über den Zitterrochen liest man (p. 491): »M. J. Davy a constaté . . . que le courant d'une pile ne paraît pas faire souffrir ceux de ces poissons qui sont interposés dans le courant.« Dies ist, so viel ich sehe, ein Missverständniss, wie aus folgenden Worten des Hrn. John Davy erhellt, den einzigen in seinen Abhandlungen über den Zitterrochen, auf die Hrn. Colladon's Angabe sich beziehen kann: The effect of the electricity of a small voltaic trough, the shock of which I could just perceive at the extremities of my moistened fingers, was very distinct on the voluntary muscles of a live torpedo, just taken from the water; but it did not appear to affect in the least the electrical organs. I could not perceive the slightest contraction of them in whatever manner the wires were applied, not even when a minute portion of integument was removed, or when one of the wires was placed in contact with a fasciculus of the electrical nerves. Even after apparent death, many of the parts decidedly muscular continued to contract under this stimulus.... Other stimulants have been applied to the electrical organs, and with the same negative result.... Reflecting on the facts and observations which I have just detailed, it appears to me very difficult to resist the conclusion, that the electrical organs of the torpedo are not muscular etc.« Philosophical Transactions etc. l. c. p. 269*; — Researches etc., l. c. p. 32. 34*.) Wie man sieht, bezieht sich Hrn. John Davy's Angabe hinsichtlich der mangelnden Einwirkung des Säulenstroms auf den Zitterrochen allein auf die elektrischen Organe desselben, und dient ihm nur zu dem Schlusse, dass dieselben keine Muskeln seien.

IX.

Ueber das Accommodationsphosphen.

Von

Professor **Johann Czermak***).

Von einem feuerigen Ringe, welcher entstehen soll, wenn man das Auge im Finstern „zum Nachsehen anstrengt“ und „plötzlich wieder erschlafft“ spricht schon Purkyně in seinen „Beobachtungen und Versuchen zur Physiologie der Sinne“. Berlin bei Reimer, 1825, Bd. II, pag. 115.

Ich habe diese unverdienter Weise vergessene subjective Lichterscheinung, welche ich das „Accommodationsphosphen“ nennen möchte, neuerdings einer sorgfältigen Untersuchung unterworfen und ihren offenbaren Zusammenhang mit den Accomodations-Veränderungen zu ermitteln versucht.

Folgendes kann ich als die vorläufigen Resultate meiner Bemühungen mittheilen.

1. Wenn man im Finstern die Augen für das Sehen in nächster Nähe einrichtet und dann plötzlich wieder für die Ferne accommodirt, so bemerkt man nahe an der Peripherie des Gesichtsfeldes einen

---

*) Aus dem Novemberhefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

ziemlich schmalen feurigen Saum, welcher, ringförmig in sich selbst zurücklaufend, in dem Momente aufblitzt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung fürs Nahesehen nachlässt.

2. Nach seiner Form und Lage im Sehfeld muss das Accommodationsphosphen durch eine Zerrung der Retina in der Gegend der *Ora serrata* bedingt sein.

3. Da ferner die höchste Intensität gleich beim Auftreten dieser subjectiven Lichtentwicklung, nicht mit der höchsten Anspannung des Auges für die Nähe, sondern, wie gesagt, mit dem Momente der Accommodationsbewegung zusammenfällt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung fürs Nahesehen plötzlich nachlässt, wo also das Auge wieder fernsichtiger wird, so ergiebt sich die wichtige Folgerung, dass eine jener, durch die Accommodation für die Nähe gesetzten Veränderungen mit solcher Trägheit in dem der Ruhelage seiner Theile zustrebenden Auge verschwindet, dass eben hierdurch die momentane Zerrung der Gegend der *Ora serrata* im plötzlich abgespannten Auge veranlasst wird, welche sich als das beschriebene Phosphen subjectiv sichtbar macht.

Ueberlegt man, welches diese Veränderung sein kann, so findet sich meines Erachtens keine andere, als die durch die Cramer-Helmholtz'schen Untersuchungen ermittelte Gestaltveränderung der Linse, nämlich ihr mit der Verkleinerung der Krümmungshalbmesser verbundenes Dickerwerden in der Richtung der optischen Axe.

Die Gestaltveränderungen der Linse lassen sich aber auf folgende Weise ungezwungen mit dem Accommodationsphosphen in einen causalen mechanischen Zusammenhang bringen.

Beim Nahesehen wird, namentlich durch die Wirkung des *tensor chorioideae* Br., die Zonula abgespannt, indem die Aderhaut sammt der Retina (bis in deren *Ora serrata* bekanntlich die Fasern der Zonula zu verfolgen sind) etwas nach vorn gezogen wird.

Die Linse nimmt dann, ledig des abplattenden Druckes der Blätter der Zonula, die convexere und dickere Gestalt an, welche der natürlichen Gleichgewichtsform der Linsenmolekel entspricht. (Helmholtz.)

Hört nun plötzlich die Wirkung des Tensor u. s. w. auf, so kehren alle durch dieselbe verschobenen Theile in ihre frühere Lage zurück. Indem aber die Retina ihren alten Lagerungsverhältnissen zustrebt, muss sie in der Gegend der *Ora serrata* durch die daselbst inniger, als die übrige Glashaut mit ihr verschmolzene Zonula, welche in Folge der etwas träge weichenden Convexität und Dicke der Linse plötzlich und heftig gespannt wird, local gezerrt werden — und das ringförmige Phosphen in dem von mir angegebenen Momente der Accommodationsbewegung vermitteln.

In so weit nun die gegebene Erklärung des Accommodationsphosphens befriedigend erscheint, dürfte wiederum die Existenz dieser Lichterscheinung als ein neues Argument für die Richtigkeit oder mindestens für die Wahrscheinlichkeit des in seinen Grundzügen angedeuteten Accommodations-Mechanismus, namentlich der beiden von Helmholtz urgirten Momente sprechen, 1. dass die Gleichgewichtsform der Linse jene ist, für welche der äquatoriale Durchmesser und die Krümmungsradien der vorderen und hinteren Fläche der Linse die kleinsten Werthe haben, und 2. dass die Linse im ruhenden, fernsichtigen Auge zwischen den gespannten Blättern der Zonula abgeplattet wird.

Mag dem jedoch sein wie ihm wolle, so viel darf mit Bestimmtheit geschlossen und als bleibender Gewinn für die Lehre von den Accommodations-Veränderungen betrachtet werden, dass gewisse peripherische Theile der Retina während des plötzlichen Ueberganges aus dem Accommodations-Zustand für die grösste Nähe in jenen für die Ferne einer localen Zerrung ausgesetzt sind, welche in geringerem Grade wohl bei jeder plötzlichen Accommodations-Bewegung für die Ferne stattfinden mag.

Schliesslich bemerke ich nur noch, dass ich mich noch weiter mit der Untersuchung des Accommodationsphosphens zu beschäftigen gedenke, um den gemachten Erklärungsversuch entweder fester zu begründen oder zu berichtigen, da die aus demselben fliessenden Folgerungen für die Ermittelung wenigstens einiger Momente des

noch immer ziemlich hypothetischen Accommodations-Mechanismus von unverkennbarem Werthe sein dürften, obschon sich nicht alle Augen zur Hervorbringung des Phosphens zu eignen scheinen.

X.

Ueber secundäre Zuckung vom theilweise gereizten Muskel aus.

Von

Professor **Johann Czermak** *).

So möchte ich der Kürze halber einen besonderen, meines Wissens bisher noch nicht beschriebenen Fall von „Zuckung ohne Metalle“ nennen, welcher in mehrfacher Hinsicht nicht ganz ohne Interesse sein dürfte.

Ich habe nämlich am 7. Mai l. J. die Beobachtung gemacht (und seither sehr häufig wiederholt), dass ein nach Du Bois Vorschrift sorgfältig isolirter stromprüfender Froschschenkel eine Schliessungszuckung zeigt, wenn man seinen mit einem Glasstabe aufgenommenen Nerven plötzlich auf den natürlichen Längsschnitt eines in partieller idiomusculärer **) Contraction befindlichen Kaninchen- oder Taubenmuskels ***) in der Art fallen lässt, dass er den contrahirten und den nicht contrahirten Theil der gereizten Fasern gleichzeitig berührt.

---

*) Aus dem Maihefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

**) Fährt man sanft drückend mit einem stumpfen Instrument quer über eine Strecke irgend eines animalischen Muskels hin, so erhebt sich bekanntlich die unmittelbar berührte Stelle langsam zu einem Wulste auf dem ruhigen Muskel. Schiff hat diese Art der partiellen Verkürzung der animalischen Muskelfaser die idiomusculäre genannt. — Vgl. Froriep's Tagesberichte 1851, Nr. 300, pag. 198.

***) Die meisten Versuche machte ich an der inneren Oberfläche der Bauchmuskeln lebender oder eben getödteter Kaninchen.

Eine Oeffnungszuckung konnte ich niemals ganz unzweideutig wahrnehmen.

Fiel der Nerv auf den unveränderten, natürlichen Längsschnitt des Muskels oder auf den nicht contrahirten Theil der Fasern allein, wenn auch ganz nahe an den idiomusculären Wulst, oder gegen indifferente feste Körper, so zeigte sich keine Zuckung — wodurch einerseits der Verdacht einer mechanischen Reizung des Nerven beseitigt ist, andererseits erwiesen scheint, dass die Verhältnisse der elektromotorischen Wirksamkeit des natürlichen Längsschnittes an der idiomusculär contrahirten, sonst aber unverletzten Stelle eine Aenderung erlitten haben.

Für jene, welche diese Versuche wiederholen wollen, muss ich bemerken, dass sehr reizbare Froschschenkel *) zwar auch zucken, wenn ihre Nerven auf den unveränderten natürlichen Längsschnitt des Muskels oder auf den nicht contrahirten Theil der local gereizten Fasern allein, ohne zugleich den idiomusculären Wulst zu berühren, herabfallen, dass dann aber die Zuckung immer merklich schwächer ist, als bei der oben angegebenen Anordnung der Berührungspunkte zwischen Nerv und Muskel.

Will man daher die beschriebene Erscheinung sicher und ganz unzweideutig sehen, so muss man gerade jenes Stadium der mittleren Erregbarkeit des physiologischen Rheoskops abwarten und treffen, in welchem die schwachen elektrischen Ströme des unveränderten natürlichen Längsschnittes der Muskeln so eben erst aufgehört haben, Zuckungen hervorrufen zu können.

Verschwindet der idiomusculäre Wulst nach einiger Zeit wieder, so wird die betreffende Stelle des natürlichen Längsschnittes in der Regel auch wieder unwirksam, doch scheint sich manchmal die Störung der elektrischen Verhältnisse daselbst länger, als die von

*) Beiläufig bemerkt, habe ich an diesen Froschschenkeln von höchster Erregbarkeit deutliche, mitunter sogar sehr heftige Zuckungen eintreten sehen, wenn ich ihren Nerv auf ruhende oder in peristaltischen Bewegungen begriffene Theile des Darmes von Kaninchen oder auf die Nieren oder die Leber dieser Thiere herabfallen liess.

blossem Auge sichtbare Wulstung zu erhalten — sogar unter Umständen, welche an eine Zerreissung der Fasern innerhalb ihrer unverletzten Scheiden in Folge des Druckstriches nicht wohl denken lassen.

Ich will nun versuchen, die mitgetheilten Thatsachen aus den bekannten Gesetzen des Muskelstromes zu erklären und ihren etwaigen physiologischen Werth zu beleuchten.

Zunächst dürfte vorauszusetzen sein, dass die elektrischen Ströme der idiomusculär contrahirten Stelle in die negative Schwankung gerathen, und wir wollen für die vorliegende Betrachtung, mit A. Fick*), von der unterbrochenen oder periodischen Natur dieser Veränderung absehend, unterstellen, während der ganzen Dauer der Zusammenziehung sei die elektromotorische Kraft der Molekel anhaltend vermindert, oder, um die Vorstellung zu vereinfachen, wollen wir sie geradezu vernichtet denken. Dann wäre das ganze idiomusculär contrahirte Stück der Fasern wie ein unwirksames Leiterstück anzusehen, welches den Längenschnitt und den Querschnitt leitend verbindet und von Strömen der starken Anordnung durchflossen, erregende Schleifen des ruhenden Muskelstromes der nicht contrahirten Fasertheile in den plötzlich (als Nebenschliessung) anfallenden Nerven entsenden muss. Der Froschschenkel zuckt.

Dass nur eine einfache Zuckung, nicht aber Tetanus entsteht, findet zum Theile vielleicht darin eine Erklärung, dass jene den Nerven erregenden Stromschleifen, welche wegen des vorhin nur behufs der Vereinfachung der Vorstellung als völlig unwirksam angenommen, in der That aber in der negativen Schwankung begriffenen contrahirten Faserstückes offenbar von schwankender Dichtigkeit sein müssen, wahrscheinlich eine zu geringe absolute Stromstärke besitzen werden, als dass sie eine tetanische secundäre Zuckung veranlassen könnten.

Ist die entwickelte Vorstellung im Allgemeinen richtig, so dürften die von mir beobachteten Erscheinungen eine neue Stütze für die

*) S. über theilweise Reizung der Muskelfaser v. A. Fick. In dem I. Hefte des zweiten Bandes der Moleschott'schen »Untersuchungen« etc.

Existenz des von A. Fick (a. a. O.) kürzlich aufgedeckten oder doch mehr als wahrscheinlich gemachten Unterschiedes zwischen Muskel und Nervenfaser abgeben, dass sich nämlich die an einer Stelle der Muskelfaser durch partielle Contraction hervorgebrachte Aenderung der elektromotorischen Wirksamkeit, welche in der negativen Schwankung ihren Ausdruck findet, nicht — wie dies unter allen Umständen in der local gereizten Nervenfaser der Fall ist — von einem Ende zum andern fortpflanze.

Entspricht aber dieser Erklärungsversuch nicht der Wirklichkeit, dann scheint in den mitgetheilten Thatsachen entweder eine bisher unbekannte Veränderung der elektromotorischen Wirksamkeit des idiomusculären Verkürzungszustandes verborgen zu sein; oder — (falls die idiomusculär contrahirte Stelle nur dann (?) eine Aenderung der elektromotorischen Wirksamkeit des natürlichen Längsschnittes veranlassen sollte, wenn sich zerrissene Fasern innerhalb des Wulstes befinden) — gar nur eine untergeordnete Abänderung der „Zuckung ohne Metalle" vorzuliegen.

XI.

Untersuchungen über den Druck- und Raumsinn der Haut.

Von

H. Aubert und A. Kammler*).

Ernst Heinrich Weber hat in seiner Abhandlung über den Tastsinn die Fähigkeit der Haut, die Wahrnehmung distincter Punkte zu vermitteln, für die verschiedenen Körpergegenden untersucht; er hat ferner bestimmt, wie grosse Druckdifferenzen oder Gewichtsunterschiede man vermöge der Haut wahrnehmen kann und wie die Schätzung derselben durch die Temperatur des drückenden Körpers modificirt wird: es ist dagegen noch nicht untersucht worden, wie gross der Druck an verschiedenen Hautstellen mindestens sein muss, um wahrgenommen zu werden, und ob die Distanz, welche zwei Punkte haben müssen, um als distinct empfunden zu werden, sich mit der Grösse des Druckes ändert, oder nicht, oder: ob Raumsinn und Drucksinn von einander unabhängig sind? — Beide Fragen dürften nach dem Ausspruche Weber's, dass der Physiologe die Sinnesorgane seines Körpers ebenso auf den Grad ihrer Empfindlichkeit untersuchen müsse, wie der Physiker seine Instrumente prüft, berechtigt sein; sie gewinnen

*) Adolph Kammler, Experimenta de variarum cutis regionum minima pondera sentiendi virtute. Diss. inaug. Vratislaviae 1858.

noch ein besonderes Interesse durch ihren Zusammenhang mit Meissner's Theorie über die Function der Tastkörperchen (Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Leipzig 1853). Obgleich Funke bereits das Unhaltbare in dieser Lehre dargelegt und Meissner wohl in Folge dessen Vieles in seiner Auffassung verändert hat (Funke, Schmidt's Jahrbücher Bd. 79. p. 342. Meissner's Entgegnung in Henle und Pfeuffer's Zeitschrift, Neue Folge Bd. IV. p. 260. — Funke's Erwiderung in Schmidt's Jahrbüchern Bd. 82. p. 287); so ist immer noch nicht experimentell geprüft, ob die mit Tastkörperchen versehenen Körpertheile sich in Bezug auf den Drucksinn wesentlich anders verhalten, als die übrigen? Dies schliesst sich an die allgemeinere noch ungelöste Frage an: ob den Tastkörperchen überhaupt eine besondere Rolle beim Tasten zuzuschreiben ist? Denn dass Meissner durch einen Trugschluss dazu gekommen ist, seinen Tastkörperchen die „reine Tastempfindung" κατ' ἐξοχήν zuzuschreiben, hat Funke bereits nachgewiesen.

I.

Unsere erste Aufgabe war also, durch Versuche festzustellen: Wie gross muss der Druck, oder, wie gross muss ein Gewicht von bestimmter Grundfläche an verschiedenen Körpertheilen mindestens sein, um wahrgenommen werden zu können?

Die Versuche wurden in folgender Weise angestellt. Wir schnitten kleine Plättchen aus Kork oder aus Hollundermark von 9 Quadratmillimeter Fläche und 1—5 Milligramm Gewicht. An ihnen wurde ein Coconfaden so befestigt, dass sie allmählig heruntergelassen werden konnten und dann mit ihrer ganzen Fläche den zu untersuchenden Hauttheil berührten und auf ihn drückten. Ferner wurde an Hollundermarkstückchen von genau derselben Grundfläche eine Schweinsborste oder ein sehr dünner Messingdraht so angebracht, dass das Ganze einen kleinen Steigbügel bildete. Auch an diese wurden Coconfäden gebunden, um sie daran schweben zu lassen. Diese kleinen Steigbügel wogen 5, 10, 15 Milligramm, durch

Einklemmen kleiner Gewichte zwischen die beiden Schenkel des Steigbügels konnten sie bis 1,015 Gramm schwer gemacht werden. Das Hollundermark ist wegen seiner Leichtigkeit, Festigkeit und schlechten Wärmeleitung besonders geeignet. Bei den dünnsten Metallplättchen, sogar an Papierstückchen, bemerkt man an vielen Hautstellen eine Berührung vermöge der Temperaturveränderung, die sie auf der Haut hervorbringen und man ist alsdann unsicher, ob man einen Druck fühlt oder nicht. — In den Versuchen wurden nun die kleinen Apparate langsam, ohne Drehung und Verschiebung, auf die Haut niedergelassen. Der Eine von uns legte den zu untersuchenden Körpertheil auf eine weiche Unterlage auf, so dass er völlig unterstützt war und die Muskeln erschlaffen konnten, und schloss die Augen. Der Andere nahm eines der Gewichte, ohne dass der zu Untersuchende wusste, welches, und liess es auf die Haut sinken. Der Untersuchte musste ungefragt angeben, ob und wo er eine Berührung fühlte. Seine Angabe wurde von dem Andern sofort notirt und der Versuch noch mehrmals wiederholt.

Bei dieser Art des Versuchs wusste der Untersuchte nur, welcher Körpertheil, z. B. ob der rechte oder der linke Arm, oder das Gesicht u. s. w. untersucht werden sollte, was wegen der Concentration der Aufmerksamkeit nöthig ist. Er wusste dagegen nicht: a) die Zeit der Berührung; erfolgte die Angabe nicht sofort nach dem Auflegen des Gewichtes, so wurde angenommen, dass nichts gefühlt worden sei; b) den genaueren Ort der Berührung, ob z. B. die erste oder zweite Phalanx des zweiten oder dritten Fingers berührt worden sei u. s. w.; c) die Grösse des Gewichtes, ob der Untersuchende 1 Milligramm oder 15 Milligramm u. s. w. aufsetzte. Falsche Angaben des Untersuchten wurden daher sogleich als solche erkannt. Diese Controle schien uns erstens nöthig, weil wir uns selbst nicht trauten, und wirklich glaubten wir mitunter eine Berührung zu empfinden, ohne dass ein Gewicht aufgelegt worden war; vielleicht waren es Haare, die sich aufrichteten und dadurch das Gefühl einer Berührung erzeugten; zweitens, weil ausser unseren Freunden Dr. Förster und Stud. Trenkle auch zwei Damen die

Eine Oeffnungszuckung konnte ich niemals ganz unzweideutig wahrnehmen.

Fiel der Nerv auf den unveränderten, natürlichen Längsschnitt des Muskels oder auf den nicht contrahirten Theil der Fasern allein, wenn auch ganz nahe an den idiomusculären Wulst, oder gegen indifferente feste Körper, so zeigte sich keine Zuckung — wodurch einerseits der Verdacht einer mechanischen Reizung des Nerven beseitigt ist, andererseits erwiesen scheint, dass die Verhältnisse der elektromotorischen Wirksamkeit des natürlichen Längsschnittes an der idiomuscular contrahirten, sonst aber unverletzten Stelle eine Aenderung erlitten haben.

Für jene, welche diese Versuche wiederholen wollen, muss ich bemerken, dass sehr reizbare Froschschenkel *) zwar auch zucken, wenn ihre Nerven auf den unveränderten natürlichen Längsschnitt des Muskels oder auf den nicht contrahirten Theil der local gereizten Fasern allein, ohne zugleich den idiomusculären Wulst zu berühren, herabfallen, dass dann aber die Zuckung immer merklich schwächer ist, als bei der oben angegebenen Anordnung der Berührungspunkte zwischen Nerv und Muskel.

Will man daher die beschriebene Erscheinung sicher und ganz unzweideutig sehen, so muss man gerade jenes Stadium der mittleren Erregbarkeit des physiologischen Rheoskops abwarten und treffen, in welchem die schwachen elektrischen Ströme des unveränderten natürlichen Längsschnittes der Muskeln so eben erst aufgehört haben, Zuckungen hervorrufen zu können.

Verschwindet der idiomusculäre Wulst nach einiger Zeit wieder, so wird die betreffende Stelle des natürlichen Längsschnittes in der Regel auch wieder unwirksam, doch scheint sich manchmal die Störung der elektrischen Verhältnisse daselbst länger, als die von

*) Beiläufig bemerkt, habe ich an diesen Froschschenkeln von höchster Erregbarkeit deutliche, mitunter sogar sehr heftige Zuckungen eintreten sehen, wenn ich ihren Nerv auf ruhende oder in peristaltischen Bewegungen begriffene Theile des Darmes von Kaninchen oder auf die Nieren oder die Leber dieses Thiere herabfallen liess.

blossem Auge sichtbare Wulstung zu erhalten — sogar unter Umständen, welche an eine Zerreissung der Fasern innerhalb ihrer unverletzten Scheiden in Folge des Druckstriches nicht wohl denken lassen.

Ich will nun versuchen, die mitgetheilten Thatsachen aus den bekannten Gesetzen des Muskelstromes zu erklären und ihren etwaigen physiologischen Werth zu beleuchten.

Zunächst dürfte vorauszusetzen sein, dass die elektrischen Ströme der idiomusculär contrahirten Stelle in die negative Schwankung gerathen, und wir wollen für die vorliegende Betrachtung, mit A. Fick*), von der unterbrochenen oder periodischen Natur dieser Veränderung absehend, unterstellen, während der ganzen Dauer der Zusammenziehung sei die elektromotorische Kraft der Muskel anhaltend vermindert, oder, um die Vorstellung zu vereinfachen, wollen wir sie geradezu vernichtet denken. Dann wäre das ganze idiomusculär contrahirte Stück der Fasern wie ein unwirksames Leiterstück anzusehen, welches den Längenschnitt und den Querschnitt leitend verbindet und von Strömen der starken Anordnung durchflossen, erregende Schleifen des ruhenden Muskelstromes der nicht contrahirten Fasertheile in den plötzlich (als Nebenschliessung) anfallenden Nerven entsenden muss. Der Froschschenkel zuckt.

Dass nur eine einfache Zuckung, nicht aber Tetanus entsteht, findet zum Theile vielleicht darin eine Erklärung, dass jene den Nerven erregenden Stromschleifen, welche wegen des vorhin nur behufs der Vereinfachung der Vorstellung als völlig unwirksam angenommen, in der That aber in der negativen Schwankung begriffenen contrahirten Faserstückes offenbar von schwankender Dichtigkeit sein müssen, wahrscheinlich eine zu geringe absolute Stromstärke besitzen werden, als dass sie eine tetanische secundäre Zuckung veranlassen könnten.

Ist die entwickelte Vorstellung im Allgemeinen richtig, so dürften die von mir beobachteten Erscheinungen eine neue Stütze für die

*) S. über theilweise Reizung der Muskelfaser v. A. Fick. In dem I. Hefte des zweiten Bandes der Moleschott'schen »Untersuchungen« etc.

Tabelle I.

B. Obere Extremität, Volarseite.

Körpertheile			Aubert		Kammler		Förster		Trenkle		Fräulein A.		Fräulein E.	
			Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links
Volarseite	Vorderarm	oben	5	3	5		5		5		5		5	
		mitten	3	3	5	3	5		5		5		5	
		unten	5	3	5		5		5		5		5	
	Handteller		5	3	5		35		15		10	5	15	
	Daumenballen		—	35	—	35	35		15	115	10	15	15	15
	I	1	35		15	15	115	15		115		10	10	
		2	15		10	15	35	35				15	15	
	II	1	35		15	10		15	115			10	15	
		2	15		15			15		515		5	15	
		3	35		10	15					15	15	115	
	III	1	35		35		115		35	15		10	15	
		2	15		15			115	35	515		10	15	15
		3	35	15	15	10				515		15	115	
	IV	1	35		35	10	35			115		10	15	
		2	15		15	15	115	15		515	10	5	15	
		3	35		35	15	35	115	115	515			115	
	V	1	35		35	10	115	35		515	15	15	15	
		2	15		15	15	115	115		515			15	
		3	35		35	15	35	35		115			10	

Tabelle I.

C. Obere Extremität, Dorsalseite.

Körpertheile			Aubert		Kammler		Förster		Trenkle		Fräulein A.		Fräulein E.	
			Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links
Dorsalseite	Vorderarm	oben	2		2	3	5		15		5		5	15
		unten	2		2	3	5		15		5		5	15
	Handgelenk		2		2		5		15		5		5	15
	Handrücken		2		2		5		5		10		5	
	I	1	35	5	5	5	15	115	35	115	5	15	5	15
		2	35	15	35	115	115	15	115	515	15	15	115	15
	II	1	5	2	3	5	5	10	5	5	5	5	5	15
		2	35	15	15	15	115	115	115	515	15	15	115	15
		3	35	15	35	15	115	115	115	515	15	15	115	115
	III	1	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	15
		2	35	15	10	15	115	5	35	515	15	5	115	15
		3	35	15	35	15	115	115	115	515	15	15	115	115
	IV	1	5	2	15	5	5	5	5	5	5	5	5	15
		2	35	15	15	15	15	5	5	515	15	5	115	15
		3	35	15	35	15	115	115	115	515	15	15	115	115
	V	1	10	10	3	5	15	10	5	5	5	5	5	15
		2	35	15	15	15	35	35	115	115	15	5	115	115
		3	35	15	35	15	35	115	115	115	15	15	115	115

Tabelle I.

D. Untere Extremität.

Körpertheile			Auber		Kammler		Förster		Trenkle	
			Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links
Plantarseite		Ferse	35	35	115	35	115	115	115	115
		Knöchel	515	35	115	35	515		515	
		Hacken	1000	115	35	115	1000		515	
		Aeusserer Fussrand	115		115		115		115	
		Fussblatt	115		35		515		515	
	I		515	115	115		215		215	
	II						515			
	III						515			
	IV						215		515	
	V						515			
	Fussgelenk		515	15	35	15	215	215	115	
	Fussrücken		35	10	115	10	115		115	
	Fussrücken ganz vorn		215	10	35	15	115		115	
Dorsalseite	I	1	35		35		115		115	
		2	35	65	65		115		115	
	II	1	115	65	35		115		115	
		2, 3	115	65	115	15	215		215	
	III	1	65	35	35		115		115	
		2, 3	115	65	115		215		215	115
	IV	1	115	35	35		215		115	
		2, 3	115	35	65	65	215		215	
	V		515	115	215	—	215		215	

Auf die Nägel der Hände und Füsse mussten überall 1000 Mllgrm. aufgelegt werden.

Es geht aus diesen Untersuchungen Folgendes hervor:

1) Ueberall, wo eine Tastempfindung stattfinden soll, muss ein Druck ausgeübt werden. (Abgesehen natürlich von Tastempfindungen durch Temperaturveränderung.)

Dieser Druck muss unter den angegebenen Bedingungen auf den am feinsten reagirenden Hautstellen (Gesicht, Dorsalseite der oberen Extremität) mindestens 2 Milligramm betragen, auf den Theilen aber, die wir am meisten zum Tasten benützen, den Fingerspitzen, wenigstens 10—15 Milligramm gross sein, wenn eine Empfindung entstehen soll. Die vielfach von Meissner erwähnte „Berührung ohne Druck" kann also, wenn sie überhaupt irgendwo in der Natur wirklich vorkommt, jedenfalls keine Empfindung erzeugen, wie auch schon Funke durch das Beispiel einer jedenfalls drückenden und doch nicht empfundenen Flaumfeder plausibel gemacht hat. Wenn Meissner aber behauptet, man könne einen Gegenstand mit den Fingerspitzen berühren, und diese Berührung empfinden, ohne einen Druck auszuüben, so lässt sich dies durch ein sehr einfaches Experiment widerlegen. Sucht man bei gut unterstützter Hand die Schale einer chemischen Wage mit der Fingerspitze möglichst leise zu berühren; so findet schon ein Ausschlag statt, ohne dass man eine Berührung wahrgenommen hat. Daraus geht also gerade das Gegentheil jener Behauptung hervor, dass nämlich ein Druck mit den Fingerspitzen ausgeübt werden kann, ohne dass eine Berührung empfunden wird. In unseren Experimenten musste der Druck auf die Fingerspitzen 10 Milligramm betragen; ohne Zweifel kann man vorläufig annehmen, dass es gleich ist für das Zustandekommen einer Empfindung, ob der Finger gegen einen Körper, oder der Körper gegen den Finger bewegt, respective gedrückt wird; dann wird die Berührung der Wagschale mit einem Druck, der weniger als 10 Milligramm beträgt, verbunden sein können, ohne dass eine Empfindung entsteht, und erst eine Berührung mit einem stärkeren Druck wird eine Empfindung auslösen.

2) Ist der Druck so gross, dass er überhaupt eine Empfindung hervorzurufen im Stande ist, so wird er auf

allen Körpertheilen ohne Unterschied als Berührung empfunden.

Wenn 2 Milligramm auf die Stirn aufgelegt wurden, oder 5 Milligramm auf die Volarseite des Vorderarms, oder 15 Milligramm auf den Oberschenkel und die Fingerspitzen, oder 215 Milligramm auf die Fusssohle u. s. w.; so war die Qualität immer dieselbe: ein eigentlicher Druck wurde nicht gefühlt, sondern nur eine ganz leise Berührung. Durch diese Empfindung einer Berührung wurde weder, wenn sie an den Fingerspitzen, noch wenn sie an einem andern Theile des Körpers stattfand, die Vorstellung eines Körpers, oder eines drückenden Körpers ausgelöst; die Empfindung hat vielmehr den Charakter eines subjectiven Gefühls oder eines in unserer Haut stattfindenden Vorganges, für den nicht das Vorhandensein eines Dinges ausser uns postulirt wird. — Wenn nun Meissner die Empfindung eines Druckes von der Empfindung einer Berührung (ohne Druckempfindung oder Druckgefühl) unterscheidet, so glauben wir ihm völlig beistimmen zu müssen. Denn allerdings ist das Gefühl, wenn z. B. 10 Gramm auf die Stirn oder die Wange aufgelegt werden, ein wesentlich anderes, als das Gefühl der blossen Berührung, und noch etwas anders wird das Gefühl, wenn die 10 Gramm auf einen beweglichen, nicht unterstützten Theil aufgelegt werden, z. B. auf die Volar- oder Dorsalseite der Hand.

Nehmen wir aber diese Unterscheidung des Berührungsgefühls und des eigentlichen Druckgefühles als vollkommen begründet an und geben die Existenz einer specifischen, von Druck- und Temperaturempfindung unabhängigen Berührungsempfindung zu; so können wir doch Meissner in seinen weiteren Folgerungen nicht beistimmen. Erstens schliesst Meissner, dass die Empfindung einer blossen Berührung, seine „reine Tastempfindung κατ' ἐξοχήν" die Vorstellung eines Körpers vermittle oder gar hervorbringe, zweitens soll diese Berührungsempfindung nur den mit Tastkörperchen versehenen Theilen ursprünglich zukommen. In Betreff des ersten Punktes haben uns unsere Versuche gelehrt, dass sich mit der einfachen Be-

rührungsempfindung die Vorstellung eines ausser uns befindlichen Körpers nicht verbindet; man kann dieselbe daher auch nicht als eine reine Tastempfindung κατ' ἐξοχην bezeichnen. Was Meissner in seinem zweiten Aufsatze noch so nennt, scheint uns überhaupt nur ein neuer Ausdruck für eine alte Sache, die sonst allgemein als die Fähigkeit, unsere Sinnesempfindungen nach aussen zu setzen, bekannt ist. Diese Fähigkeit kommt allen Sinnen zu, ist aber immer mit den specifischen Sinnesenergieen gepaart. Nun können gerade umgekehrt dieselben Sinnesthätigkeiten so erregt werden, dass wir sie nicht nach aussen zu versetzen genöthigt sind, wie es sich in unsern Experimenten für die Berührung zeigte, und wie es der Versuch Eduard Weber's für den Gehörssinn gelehrt hat, wo man den Ton im Kopfe wahrzunehmen glaubt, wenn der äussere Gehörgang mit Wasser gefüllt ist. Allein ein nach aussen Setzen einer reinen, inhaltlosen Empfindung ist weder beobachtet worden, noch ist eine solche überhaupt denkbar. Durch diese Fähigkeit, gewisse Sinneseindrücke nach aussen zu versetzen, bekommen wir aber überhaupt erst die Vorstellung von Körpern, zu welcher erst vermöge einer Eigenschaft des reinen Verstandes die allgemeinen Schemata für die Körper geliefert werden. Es existirt nämlich offenbar eine Disharmonie zwischen den Regeln unseres Verstandes und unserer Sinnesthätigkeit. Unser Verstand ist so eingerichtet, dass er sich vermöge der reinen Vorstellung a priori den Raum nach allen Dimensionen ausgedehnt denken, und diese auf die 3 Dimensionen reduciren muss; er hat ferner das Vermögen (Schematismus des reinen Verstandes), ohne alle sinnliche Wahrnehmung allgemeine Schemata zu den Vorstellungen zu bilden und diesen eine extensive Grösse im Raume beizulegen (Kant, Kritik der reinen Vernunft p. 131. p. 148). Durch diese Operationen des reinen Verstandes werden wir also fähig, Schemata von extensiven Grössen im Raume, d. h. von Körpern überhaupt zu denken, und zwar zunächst nur völlig inhaltlose Körper. — Die Sinne dagegen, da ihre Organe in Flächen angeordnet sind, also nur in zwei Dimensionen ausgedehnt sind, können uns, wenn nicht neue Einrichtungen hinzukommen, auch nur über diese

Tabelle I.

B. Obere Extremität, Volarseite.

Körpertheile			Aubert		Kammler		Förster		Trenkle		Fräulein A.		Fräulein E.	
			Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links
Volarseite	Vorderarm	oben	5	3	5		5		5		5		5	
		mitten	3	3	5	3	5		5		5		5	
		unten	5	3	5		5		5		5		5	
	Handteller		5	3	5		35		15		10	5	15	
	Daumenballen		—	35	—	35	35		15	115	10	15	15	15
	I	1	35		15	15	115	15		115		10	10	
		2	15		10	15	35	35				15	15	
	II	1	35		15	10		15	115			10	15	
		2	15		15			15		515		5	15	
		3	35		10	15	115				15	15	115	
	III	1	35		35				35	15		10	15	
		2	15		15			115	35	515		10	15	
		3	35	15	15	10				515		15	115	15
	IV	1	35		35	10	85			115		10	15	
		2	15		15	15	115	15		515	10	5	15	
		3	35		35	15	35	115	115	515			115	
	V	1	35		35	10	115	35		515			15	
		2	15		15	15	115	115		515	15	15	15	
		3	35		35	15	35	35		115			10	

Tabelle I.

C. Obere Extremität, Dorsalseite.

Körpertheile			Aubert		Kammler		Förster		Trenkle		Fräulein A.		Fräulein E.	
			Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Rechts	Links
Dorsalseite	Vorderarm	oben	2		2	3	5		15		5		5	15
		unten	2		2	3	5		15		5		5	15
	Handgelenk		2		2		5		15		5		5	15
	Handrücken		2		2		5		5		10		5	
	I	1	35	5	5	5	15	115	35	115	5	15	5	15
		2	35	15	35	115	115	15	115	515	15	15	115	15
	II	1	5	2	3	5	5	10	5	5	5	5	5	15
		2	35	15	15	15	115	115	115	515	15	15	115	15
		3	35	15	35	15	115	115	115	515	15	15	115	115
	III	1	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	15
		2	35	15	10	15	115	5	35	515	15	5	115	15
		3	35	15	35	15	115	115	115	515	15	15	115	115
	IV	1	5	2	15	5	5	5	5	5	5	5	5	15
		2	35	15	15	15	15	5	5	515	15	5	115	15
		3	35	15	35	15	115	115	115	515	15	15	115	115
	V	1	10	10	3	5	15	10	5	5	5	5	5	15
		2	35	15	15	15	35	35	115	115	15	5	115	115
		3	35	15	35	15	35	115	115	115	15	15	115	115

wird also wohl nur der directe Druck, bei grossen der directe Druck und ausserdem noch die Hautverschiebung empfunden, woraus sich wohl die Verschiedenheiten in der Berührungs- und Druckempfindung genügend erklären.

Wir unterscheiden also mit Meissner Berührungsempfindung und Druckempfindung, sind aber der Ansicht, dass keine von beiden für sich allein zur Wahrnehmung von Körpern führt, und dass die Tastkörperchen keinen Unterschied in der Qualität unserer Empfindung bedingen.

3) Verhältniss des Drucksinnes zum Muskelgefühl.

Die Data der Tabelle, wie sie unsere Untersuchungen ergeben haben, sind gewissermassen Bruttoangaben. Die Gewichte wurden nicht direct auf die empfindenden Theile gesetzt, sie mussten erst durch die Epidermis hindurchwirken. Ja, sie wurden an den meisten Stellen auch nicht auf die Epidermis, sondern auf Haare aufgesetzt. Die Einflüsse dieser Theile müssten erst ausgeschlossen werden, wenn wir die Empfindlichkeit der verschiedenen Gegenden des Körpers gegen Druck mit einander vergleichen wollten. Indessen ist auch dieses Bruttoresultat für die Bestimmung des thatsächlichen Verhaltens unserer Körperoberfläche dadurch wichtig, dass es die grosse Empfindlichkeit unserer ganzen Haut gegen Druck anschaulich macht. Bei diesem feinen Gefühl für Druck werden nun auch Spannungen und Verschiebungen der Haut, wie sie bei den Bewegungen stattfinden, bemerkt werden, wenn sie auch nur sehr unbedeutend sind. Die Wahrnehmung dieser Spannungen und Verschiebungen der Haut wird für uns im gewöhnlichen Leben durch den bei Bewegungen zugleich gegen unsere Bekleidung ausgeübten Druck sehr begünstigt. Bei allen Beugungen und Streckungen der Glieder, des Rumpfes und Kopfes tritt ausser dem Verschieben der Haut ein veränderter Druck an vielen Hauttheilen ein, über deren Lage wir durch den Ortssinn orientirt sind. Da nun alle unsere Bewegungen immer Hautaffectionen veranlassen, die zum Bewusstsein gelangen können, so wird es sich fragen: in wie weit sind

wir berechtigt, ein besonderes Muskelgefühl oder ein Gemeingefühl der Muskeln als Regulator für unsere Bewegungen anzunehmen?

E. H. Weber nennt Gemeingefühl der Muskeln die Fähigkeit, „den Grad der Anstrengung zu empfinden, welcher erforderlich ist, um den uns geleisteten Widerstand zu überwinden“ (Hdwrtrbch. III. 2. p. 582), und nimmt an, dass dasselbe, wenn es nicht durch den Tastsinn der Haut unterstützt wird, ebenso feine, ja noch feinere Gewichtsunterschiede wahrnehmen könne, als die Haut (p. 546, 547) Später sagt er aber: „Wir nehmen die Bewegung unserer Muskeln durch das ihnen selbst beiwohnende Empfindungsvermögen gar nicht wahr, sondern erhalten nur dann eine Kenntniss von derselben, wenn sie durch andere Sinne wahrgenommen werden kann.“ (Ueber den Raumsinn im Leipziger Berichte 1852. Heft 2. p. 123.)

Wenn wir ein besonderes Muskelgefühl annehmen, welches uns über die Grösse der Zusammenziehung und über den Grad der Spannung unserer Muskeln unterrichtet, so müssen wir auch ein nervöses, sensibles Organ für diese Function statuiren, welches sich in den Muskeln befindet. Dass wir in den Muskeln keinen Schmerz empfinden, wenn dieselben gestochen oder geschnitten werden, spricht nicht gegen die Existenz eines solchen Organs; man kann sich ganz gut ein sensibles Organ denken, welches Druck wahrnimmt, ohne im Stande zu sein, Schmerz zu fühlen, was ja auch in den von Weber (Hdwrtrbch. p. 566) angezogenen Fällen Gelähmter beobachtet worden ist, in denen bei unbeeinträchtigtem Tastsinne eine Anaesthesie für Schmerz, die man wohl den Ausdrücken Hyperaesthesie und Hyperalgie analog Analgie nennen könnte, vorhanden war.

Indessen sind wir methodisch genöthigt, ein solches Organ oder eine solche Function in den Muskeln erst dann zu statuiren, wenn die bekannten sensiblen Organe zur Erklärung der Erscheinungen nicht ausreichen. Nun können wir Bewegungen unserer Extremitäten, unseres Rumpfes und Kopfes nicht ausführen, ohne dass verschiedene Theile unserer

Haut gedrückt oder gespannt oder verschoben werden. Ebensowenig sind wir im Stande bei unveränderter Lage unserer Glieder Muskeln anzuspannen, ohne dabei auf die Haut einzuwirken. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man z. B. den biceps oder einen andern Muskel anspannt, ohne den Arm zu bewegen; man sieht dann die Haut an sehr vielen Stellen mit gespannt und verzogen werden. Fängt man aber erst an, auf die Hautempfindungen bei Bewegungen Achtung zu geben, so überzeugt man sich bald, dass die Bewegungen unserer Glieder, ohne dass es uns zum Bewusstsein kommt, fortwährend von ihrem Hautüberzuge überwacht werden. Steigen wir z. B. im Finstern eine unbekannte und unbequeme Treppe herab, so leitet uns zunächst die Spannung der Haut am Oberschenkel und Knie des nicht unterstützenden, tappenden Fusses, die Reibung und der Druck unserer Kleidungsstücke an dem verschobenen Becken und Rumpfe, der mit der Veränderung des Schwerpunktes unseres Körpers wechselnde Druck auf die Sohle des unterstützenden Fusses an, wie weit wir den nicht unterstützenden Fuss herunterzulassen haben. Das Urtheil über die Grösse solcher Bewegungen wird um so genauer, je mehr wir mit Hautparthieen zu thun haben, auf denen wir uns vermöge des Ortssinnes gut orientirt haben, und auf denen wir Druckgrössen gut schätzen können. Es ändert sich daher, wenn wir die Bedeckungen unserer Haut, die Kleider wechseln, indem sich damit der Druck ändert, den diese auf die Haut ausüben. Wir können in eng anliegenden Hosen oder Trikots, in eng sich anschmiegenden Stiefeln genauer die Grösse unserer Bewegungen bestimmen, als mit weiten Hosen und Filzschuhen, oder als wenn wir ganz nackt sind. Wie sehr wir uns des Druckes der Kleider gegen unsere Haut zur Abmessung der Grössse unserer Bewegungen bedienen, geht auch aus der Unsicherheit unserer Bewegungen, wenn wir überhaupt ungewohnte Kleider tragen, hervor. Offenbar machen wir theils bewusst, meistens aber unbewusst Erfahrungen über den Druck, der unsere Haut an verschiedenen Stellen bei gewissen Bewegungen trifft; ändern sich diese Druckgrössen, z. B. in neuen Kleidern, so sind wir unsicherer in unseren Bewegungen, wenn uns nicht das

Auge, durch das wir über die meisten Bewegungen orientirt werden, hilft. Besonders auffallend wird denn auch diese Abhängigkeit der Bewegungen von dem Drucksinne bei solchen Gelegenheiten, wo die Orientirung durch das Auge grösstentheils ausgeschlossen ist, z. B. beim Reiten. Man ist schon unsicher über die Stärke der gegebenen oder zu gebenden Hülfen, wenn man ungewohnte Beinkleider hat, noch mehr ist dies der Fall, wenn man z. B. gewöhnt auf einem englischen Sattel zu sitzen, auf einem ungarischen Bocke reitet. Dies lässt sich sehr gut dadurch erklären, dass dort andere Theile unseres Gesässes und unserer Beine berührt und gedrückt werden, als hier, wir aber aus Erfahrung das Verhältniss zwischen der Grösse der Bewegung und dem Druck auf unsere Haut dort kennen und von den letzteren auf erstere zu schliessen vermögen, während uns im letzteren Falle diese Erfahrung fehlt.

Dass übrigens die Genauigkeit unserer Schätzung von der Grösse unserer Muskelzusammenziehung nicht grösser ist, als nach der Feinheit des Druck- und Raumsinnes unserer Haut erwartet werden kann, ging aus Untersuchungen hervor, die wir später noch zu erwähnen haben. War einer von uns bei geschlossenen Augen an einer Stelle des rechten Vorderarms berührt worden, und beabsichtigte diese Stelle mit der linken Hand zu treffen, so konnte er sich über die Grösse seiner Bewegung, bevor er den rechten Arm berührte, nur durch die Spannung u. s. w. seiner linken Armhaut orientiren. Bei diesen Bewegungen tappten wir oft nach dem Handrücken, wenn wir den mittleren oder oberen Theil des Vorderarms zu berühren beabsichtigten; waren wir dann an dem rechten Arme angekommen, so sahen wir unseren Irrthum ein und orientirten uns nun vermöge des Ortssinnes unseres rechten Armes auf demselben genauer und zwar bedeutend genauer.

Die Erscheinungen der sonst dem Muskelgefühl zugeschriebenen Kenntniss von der Genauigkeit und Grösse unserer Bewegungen, wie sie das alltägliche Leben darbietet, lassen sich, wie wir glauben, völlig genügend erklären, wenn wir die über den Muskeln und Sehnen liegende Haut als das Organ ansprechen, wodurch wir eine Vorstel-

lung von der Grösse unserer Muskelzusammenziehung und von dem Grade der Anspannung bekommen. Man muss nur erst anfangen, auf die vielfachen, stets stattfindenden Affectionen unserer Haut bei Bewegungen zu achten, so wird man sich bald von der Richtigkeit dieser Behauptung überzeugen.

Die Experimente Weber's (Hdwrtrbch. III. 2) zwingen gleichfalls nicht zur Annahme eines Muskelgefühls; denn in den dort angeführten Versuchen über die Schätzung von Gewichten durch Muskelthätigkeit findet immer eine Spannung der Haut oder ein Druck auf einzelne Hautpartieen statt, wie Weber selbst angiebt.

Es bleiben also nur pathologische Erscheinungen übrig, aus denen man auf die Existenz eines besondern Muskelgefühls schliessen zu müssen glaubt. Beweisend können nur solche Fälle sein: 1) in denen bei völlig ungestörtem Druck- und Raumsinne kräftige Bewegungen ausgeführt werden können und die Kranken nicht im Stande sind, sich über ihre Bewegungen zu orientiren. Solche Beobachtungen haben wir aber nicht auffinden können; in den meisten Fällen findet sich eine Störung des Tastsinnes notirt, oder es sind darüber keine Versuche angestellt. Dies gilt auch von den Angaben Romberg's (Nervenkrankheiten I, zweite Auflage p. 263) über Tabes dorsualis, wo gewiss nur auf Schmerzhaftigkeit, aber nicht auf Druck- und Raumsinn untersucht worden ist. Die Angaben der Kranken, es befände sich ein das Gefühl dämpfender Körper zwischen Sohle und Fussboden, weist sehr entschieden auf eine Störung des Drucksinnes hin. Dass diese Empfindung, wie Romberg meint, auf das Muskelgefühl zu beziehen sei, dürfte wohl genauer auseinanderzusetzen schwierig sein. — 2) Fälle, in denen bei gestörtem Druck- und Raumsinne dennoch eine gut erhaltene Fähigkeit, sich über die Bewegungen ohne Hülfe der Augen zu orientiren, vorliegt. Dies geht aus dem von Weber (Handwörterbuch III. 2. p. 584) angezogenen Falle nicht mit Evidenz hervor, weil sich der Kranke offenbar mit Hülfe seiner Augen über die Grösse seiner Bewegungen orientirte. — Ebensowenig beweist der von

Romberg (Nervenkrankheiten 2te Auflage I. p. 262) citirte Fall Olliviers. Bei Ollivier heisst es nämlich: (Traité des maladies de la moëlle épinière 3me édit. T. I. p. 509. Obs. 61): Lorsqu'on enfonçait profondément des aiguilles, ou une lancette dans les muscles du côté droit, qui était soumis à la volonté, il n'éprouvait aucune sensation douloureuse..... quoique la sensibilité fût entièrement abolie du côté droit, le malade pouvait cependant distinguer avec la main droite le poids et la densité des corps extérieurs.

Die sensibilité entièrement abolie bezieht sich also ohne Zweifel nur auf die Fähigkeit, Schmerz zu empfinden, dass dagegen der Drucksinn der Haut wenigstens zum Theil erhalten gewesen sei, scheint aus dem bei Romberg wahrscheinlich wegen seiner Unklarheit weggelassenen Worte densité hervorzugehen. Wenn dies Wort bedeuten soll, dass der Kranke weiche und harte, nachgiebige und unnachgiebige Körper unterscheiden konnte, so würde man daraus schliessen können, dass der Drucksinn noch vorhanden gewesen sei, und dass auch hier Analgie ohne Anaesthesie vorgelegen habe. Sollte dieser Fall, abgesehen von dem unklaren Worte densité, schlussfertig sein, so müsste auch die Grösse des Gewichts angegeben sein, dass der Kranke fühlen konnte. Man hebe einmal ein Gewicht von 10 Kilogramm mit der Hand in die Höhe und achte auf seinen Körper, so wird man eine bedeutende Veränderung in der Spannung der Haut am Rücken, Bauche, den Beinen bemerken und man wird, wenn ein am rechten Arm sensibel Gelähmter eine Empfindung von einem solchen Gewicht hat, nicht ohne weiteres schliessen, dass ein besonderes empfindendes Organ in den Muskeln des Armes seinen Sitz haben müsse.

Wir sind demnach der Meinung, dass sich sowohl die im gewöhnlichen Leben vorkommenden Erscheinungen in der Abmessung der Bewegungen, als die Experimente Weber's über die Schätzung von Gewichten ohne directen Druck auf die Haut, als die bis jetzt vorliegenden Krankheitsfälle durch die Annahme erklären lassen, dass die Haut mit ihrem überall sehr feinen Drucksinn und ihrem Ortssinn dass Organ ist, welches die Grösse der

Verkürzung und den Grad der Anspannung der Muskeln regulirt, dass mithin die Aufstellung eines besondern von der Haut unabhängigen Muskelgefühls und Voraussetzung eines besondern sensibeln Organs dafür in den Muskeln nicht gefordert ist.

Auf das von diesem Muskelgefühl ganz verschiedene Gefühl von Ermüdung und Schmerz in den Muskeln einzugehen, würde von unserem eigentlichen Thema zu weit abführen.

4) Einfluss der Haare auf den Drucksinn.

Dass die Haare einen Einfluss auf unsere Befunde haben würden, mussten wir von vornherein erwarten. An sehr vielen Stellen wurden unsere Gewichte nicht direct auf die Epidermis, sondern auf Haare aufgesetzt, und von dieser allein, oder von ihnen und der Epidermis zugleich der Druck fortgepflanzt. Hierdurch wird der zu den Nerven gelangende Druck sehr modificirt. Statt dass die Gewichte eine Fläche von 9 Quadratmillimeter berührten und sich ihr Druck auf diese Fläche vertheilte, wurde an behaarten Theilen der Druck auf ein oder einige Haare und durch diese auf die Wurzel desselben, also auf eine viel kleinere Stelle, nämlich den Querschnitt eines Haares ausgeübt. Ausserdem stehen an sehr vielen Stellen die Haare schief, sie wirken also hier wie Hebel, beugen sich, und verändern jedenfalls den durch das Gewicht auszuübenden Druck auf eine unbestimmbare Weise. Bei kleinen feinen Haaren mussten sich die Einwirkungen auf das percipirende Organ auch noch anders gestalten, als bei dickeren steiferen Haaren. Da nun der grösste Theil unseres Körpers behaart ist, so haben wir in unserer Tabelle meist Wirkungen der Haare mitbekommen, und deswegen sind die Resultate nicht alle direct mit einander vergleichbar. Es fiel uns dies schon auf, als wir Stirn und Augenlider untersucht hatten; auf der Stirn genügten 2 Milligramme, auf die Augenlieder mussten 5 Milligramme aufgelegt werden, um die Empfindung einer Berührung hervorzubringen. Noch auffallender war es an den Fingern; auf der Dorsalseite der ersten, behaarten, Fingerphalangen wurde meist schon ein Gewicht von 5 Milligramm bemerkt; auf den dritten, unbehaarten, Phalangen mussten

15, 35, oft 115 Milligramm drücken, ehe wir eine Berührung wahrnahmen (s. Tab. I. C.). Am Fussgelenk und an der Ferse, wo die Haare des Unterschenkels aufhören, musste der Druck auf den behaarten Theilen 35 oder 15, an den unbehaarten, dicht daneben 215—515 Milligramm betragen (s. Tab. I. D. So finden die hier angegebenen bedeutenden Schwankungen bei den verschiedenen Füssen ihre genügende Erklärung). Um diesen Factor zu bestimmen, mussten wir denselben Theil mit seinen Haaren und unbehaart unter sonst möglichst gleichen Bedingungen untersuchen. Da sich die Dorsalseite der obern Extremität als sehr empfindlich gegen Druck gezeigt hatte (Tab. I. C.), so rasirten wir diese möglichst sorgfältig und untersuchten 1—2 Stunden nach dem Rasiren. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in der folgenden Tabelle II zusammengestellt.

Tabelle II.

Linke obere Extremität	Aubert		Kammler	
Dorsalseite	Unrasirt	Rasirt	Unrasirt	Rasirt
Vorderarm { oben	2	15	3	10
Vorderarm { mitten	2	10	3	10
Handgelenk	2	(5?) 10	2	15
Handrücken	2	15	2	15
I. 1.	5	65	5	35
II. 1.	2	35	5	15
III. 1.	5	15	5	10
IV. 1.	2	15	5	10
V. 1.	10	15	5	15

Zunächst ist hierzu zu bemerken, dass an einigen Stellen des Handgelenks 10, an einer Stelle nur 5 Milligramm erforderlich waren bei Aubert; es zeigte sich, dass hier ein kleines Haar stehen geblieben war, woher wohl der Unterschied rührt. Im Uebrigen zeigt sich in der Zunahme des erforderlichen Druckes keine Uebereinstimmung, die Differenzen zwischen rasirter und unrasirter Haut sind manchmal gross, manchmal klein, das ist aber wenigstens constant, dass der Druck auf demselben Theile, wenn er unbehaart ist, grösser sein muss, als wenn er behaart ist. Wir können

daraus wohl schliessen, dass die Haare dazu mitwirken, um kleine Druckwirkungen wahrnehmen zu lassen, und dadurch wohl auch zur Kenntniss von unsern Bewegungen beitragen.

Wir hatten übrigens noch einige Tage nach dem Rasiren ein eigenthümliches Gefühl von Glätte und Leichtigkeit an diesem Arme, wie man es auch mitunter am wohlrasirten Gesichte, freilich nur kürzere Zeit nach dem Rasiren hat, was dazu einladet, mit der Hand über die Wangen oder das Kinn zu fahren. Diese Erscheinung war uns interessant, weil sie vielleicht ein Fingerzeig ist, wie man sich verschiedene subjective Gefühle anexperimentiren und so zu ihrer Erklärung beitragen könnte.

5) Einfluss der Dicke der Epidermis auf den Drucksinn.

Da die Hautnerven unter der Epidermis zu endigen scheinen, so muss man erwarten, dass eine Verschiedenheit in der Dicke der Epidermis gleichfalls von Einfluss auf die grössere oder geringere Empfindlichkeit der Haut für Druck sein wird. Wir dürfen indess nicht vergessen, dass die Epidermis ein unentbehrliches Organ für das Zustandekommen einer Druckempfindung ist. An Stellen, die von Epidermis entblösst sind, z. B. durch ein Blasenpflaster findet keine Empfindung von Druck und Temperatur, sondern nur das Gefühl des Schmerzes statt. — Dass die Dicke der Epidermis von Einfluss auf das Zustandekommen einer Druckempfindung ist, wird auch aus Weber's Versuchen wahrscheinlich, wonach eine dünne Epidermis geeigneter für Temperaturwahrnehmungen ist. Der Druck, den man sich ebensogut wie alles andre was unsre Nerven trifft, und unsre Sinne afficirt, als Bewegung vorzustellen hat, die sich unsern Nerven mittheilt, und in ihnen gleichfalls eine Bewegung irgend einer Art, wenn auch nicht gerade eine Oscillation, wie Lotze behauptet, hervorbringt — der Druck muss durch die Epidermis hindurchwirken, wenn er die Nervenendigungen afficiren soll. Nun wird offenbar eine dicke Epidermis vermöge ihrer grössern Härte und Unnachgiebigkeit den auf sie wirkenden Druck auf eine grössere Fläche vertheilen, und daher den Druck auf die einzelnen unter ihr

liegenden empfindenden Punkte vermindern; während eine dünne und deswegen zugleich weichere und nachgiebigere Epidermis dem drückenden Gewichte leichter ausweichen und so den Druck auf die unmittelbar unter ihr liegenden empfindenden Punkte übertragen wird. Dieser von vornherein wahrscheinlichen Annahme scheint ein Vergleich des dünnhäutigen, haarlosen obern Augenlides (5 Mgrm.) mit dem rasirten Handrücken (15 Mgrm.), dieses letzteren mit den Fingerspitzen (35) und dieser wiederum mit der Fusssohle (115) günstig! allein dieser Vergleich lässt sich nicht durchführen, denn es kommen auch viele Stellen vor, die augenscheinlich eine verschieden dicke Epidermis, und doch dieselbe Feinheit des Drucksinnes besitzen. Die Haut des obern Augenlides ist offenbar dünner und bei weitem nachgiebiger, als die Haut der Vola; sie beträgt nach Kölliker's Messungen (Mikroskopische Anatomie II. 1. p. 56) dort 0,008‴, während sie an der Handfläche 0,3‴ beträgt, sie ist also am Handteller beinahe 40mal so dick, als am obern Augenlide und doch wird hier wie dort ein Druck von 5 Mgrm. als leiseste Berührung bemerkt. Die Epidermis ist ferner am Malleolus entschieden dünner, als am Ballen der grossen Zehe, und doch musste dort der Druck grösser sein (315) als hier (115).

Da nun nach Ausschluss der Haare die Dicke der Epidermis nicht genügt, um die Verschiedenheiten in der Feinheit des Drucksinnes zu erklären; so bleibt nur übrig anzunehmen, dass die Nervenendigungen in der Cutis einen verschiedenen Grad von Empfindlichkeit für Berührung und Druck besitzen, und hier liegt es nun wohl am nächsten, an einen Einfluss der Tastkörperchen zu denken. Kölliker hat bereits vermuthet (von Siebold und Kölliker Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. IV. p. 49), „dass die Tastkörperchen den Nerven als eine härtere Unterlage dienen, wodurch bewirkt wird, dass ein Druck, welcher an andern Orten noch nicht im Stande ist, die Nerven zu comprimiren, hier einwirkt;“ eine Auffassung, die auch Gerlach in seiner neusten Arbeit (Mikroskopische Studien p. 46) unterstützt. Dass die Tastkörperchen die Wahrnehmung des Druckes begünstigen,

wird auch aus unsern Untersuchungen wahrscheinlich, da die Theile mit dicker Epidermis und Tastkörperchen verhältnissmässig ebenso fein oder feiner fühlen, als die Theile mit dünner Epidermis ohne Tastkörperchen. Siehe Tabelle I. Ferner vergleiche man die Zahlen der zweiten Tabelle für die rasirte obere Extremität, mit denen für die Vorlarseite. — Zu einer vollständigen Untersuchung dieses Verhältnisses müsste man den ganzen Körper rasiren und dann auf Drucksinn untersuchen. Da indess die Dicke der Epidermis individuell sehr verschieden ist, auch die Trockenheit und Feuchtigkeit derselben gewiss wesentlich ist; so würde selbst eine solche Untersuchung keine unbedingt annehmbaren Resultate ergeben, um Proportionen zwischen Epidermisdicke und Feinheit des Drucksinnes aufzustellen. — Indess ist es doch schon nach diesen Daten wahrscheinlich, dass die Tastkörperchen Compensationsvorrichtungen für die Druckempfindung bei grösserer Dicke der Epidermis sind. Wo die Epidermis aus andern Ursachen dick ist, da wird der für das Tasten schädliche Einfluss derselben durch Tastkörperchen compensirt. Dieselben würden eine ähnliche Function, wie die feinen Haare unserer Haut haben, ja man könnte sie vielleicht als verkümmerte Haare betrachten.

Wir hatten aber nun noch das Auskunftsmittel, Tastkörperchen führende Hauttheile mit einander zu vergleichen, um über den Einfluss der Dicke der Epidermis auf den Drucksinn ein Urtheil zu gewinnen. Es war uns in unserer Tabelle auffallend, dass Fräulein E. an der Volarseite der dritten Phalanx des zweiten, dritten, vierten Fingers der rechten Hand ein viel bedeutenderes Gewicht (115) gebraucht hatte, als an der ganzen übrigen Vola und an den Fingern und der Vola der linken Hand; da dieselbe im letzten Jahre viel genäht und gestickt hatte, so glaubten wir, dass diese Beschäftigung ihre Oberhaut so verdickt und dadurch ihre Berührungsempfindung abgestumpft hätte. Wir untersuchten daher zum Vergleich die Hände einer Nätherin, die ihr Gewerbe seit beinahe 20 Jahren betreibt. Es ergaben sich folgende Druckgrössen:

Tabelle III.

			Nätherin Luise.	
	Obere Extremität		Rechts	Links
Volarseite	Handgelenk		35	15
	Handteller		35	15
	I	1	35	15
		2	35	65
	II	1	65	15
		2	65	35
		3	515	215
	III	1	65	15
		2	65	35
		3	515	65
	IV	1	35	15
		2	65	15
		3	65	65
	V	1	65	15
		2	65	15
		3	65	15

Die dritte Phalanx des zweiten Fingers der rechten Hand hat die Nadel zu dirigiren, der dritte Finger trägt den Fingerhut, die dritte Phalanx des zweiten Fingers der linken Hand hat hauptsächlich den zu nähenden Stoff zu halten. An diesen Theilen ist die Epidermis auffallend dick, an ihnen müssen die grössten Gewichte aufgelegt werden, wenn eine Berührung empfunden werden soll. Die Vermuthung, dass die Dicke der Epidermis der Feinheit des Drucksinnes entgegenwirkt, wird hierdurch entschieden bestätigt. Dafür spricht ferner der Umstand, dass Kammler eine auffallend dünne Epidermis an Händen und Füssen, namentlich linkerseits, desgleichen Aubert an den Händen hat, während Förster und namentlich Trenkle eine dickere und trockene Epidermis haben, und dass sich demgemäss die Gewichte in Tabelle I und die individuellen Verschiedenheiten verhalten. Die hohen Angaben bei Trenkle (Tabelle I B) scheinen ausserdem durch mehrere Narben an seinen Fingern bedingt zu sein.

Um nun auch an tastkörperchenlosen Stellen den Einfluss der Epidermisdicke zu prüfen, legte sich einer von uns ein Blasenpflaster

auf die Dorsalseite des linken Arms, der behaart nur sehr kleine Gewichte, rasirt viel grössere erfordert hatte. Leider ergab dieses Experiment keine Antwort auf unsere Frage. Die feuchte Wunde nahm gar keinen Druck wahr, sondern nur Schmerz; als sie 24 Stunden lang trocken gewesen war, wurden 515 Mgrm. noch nicht gefühlt, ein stärkerer Druck wurde auch nicht eigentlich als Druck oder Berührung empfunden, sondern eher wie ein unbestimmter Schmerz, auch später, mehrere Tage nachher musste ein verhältnissmässig sehr starker Druck ausgeübt werden (515 Mgrm.), ehe eine Berührung gefühlt wurde. Dabei fand noch viele Wochen lang ein Jucken in dieser Gegend statt. Offenbar hatten also die Nervenenden sehr gelitten.

Es ist uns nach allen diesen Betrachtungen wahrscheinlich: dass die Dicke der Epidermis der Feinheit des Drucksinnes entgegenwirkt, dass aber diese Beeinträchtigung zum Theil und bis zu einem gewissen Grade von den Tastkörperchen compensirt wird.

II.

Welchen Einfluss hat die Grösse des Drucks auf die Wahrnehmung räumlich getrennter Punkte? oder: Sind Raumsinn und Drucksinn der Haut von einander abhängig?

6) Drucksinn und Raumsinn der Haut im Vergleich zum Lichtsinn und Raumsinn der Netzhaut.

Wenn wir die Analogie zwischen Haut und Netzhaut festhalten, und den Drucksinn, die eine specifische Energie der Haut, mit dem Lichtsinne, der specifischen Energie der Netzhaut (nach Ausschluss des Farbensinnes) parallelisiren (conf. Aubert in Gräfe's Archiv für Ophtalmologie III. 2. p. 63), so zeigt sich zwischen diesen Thätigkeiten der beiden Sinnesorgane der Unterschied, dass die Feinheit des Lichtsinnes auf der ganzen Retina nahezu gleich ist (s. Förster die Hemeralopie etc. p. 30 und Aubert, diese Zeitschrift Bd. IV. Heft 3. p. 224), während der Drucksinn der Haut an verschiedenen

Stellen in seiner Feinheit sehr variirt, mag man nun die Wirkung der Haare ausschliessen oder nicht. Dieser Befund stimmt mit den anatomischen Ergebnissen auch insofern überein, als sich auf der Retina mit Ausnahme der Eintrittsstelle des Sehnerven überall dieselben Elemente, nur in wechselnder relativer und absoluter Menge finden, auf der Haut dagegen die Nerven theils an oder in Tastkörperchen, theils ohne diese endigen. — Der Raumsinn dagegen zeigt sich sowohl auf der Haut, wie auf der Netzhaut sehr verschieden fein.

Nun finden wir bei der Retina eine sehr auffallende Abhängigkeit des Raumsinnes von dem Lichtsinne. Es ist eine Erfahrung des alltäglichen Lebens, dass man bei heller Beleuchtung (Tageslicht) Buchstaben in grösserer Entfernung, also unter kleinerem Gesichtswinkel erkennen kann, als bei matter Beleuchtung, so dass man im Dämmerlichte ein Buch instinctmässig den Augen mehr nähert. Förster sagt daher in seiner Hemeralopie mit Recht: „Gesichtswinkel und Helligkeit sind gleichsam die beiden Factoren, aus denen die Schärfe der Eindrücke, welche wir durch unser Auge empfangen, resultirt. Je kleiner der eine ist, desto grösser muss der andere sein, wenn noch eine Wahrnehmung zu Stande kommen soll — sie ergänzen sich gegenseitig.“ Mit specieller Anwendung auf die Wahrnehmung zweier Quadrate in bestimmter Distanz zeigt sich dieser Ausspruch in Aubert's Untersuchungen bestätigt (diese Zeitschrift Bd. IV. Heft 1. p. 31). Wenn aber der Raumsinn der Retina abhängig ist von dem Lichtsinne, wenn bei einem gewissen Helligkeitsgrade zwei Punkte distinct wahrgenommen werden, die bei einer geringeren Beleuchtungsstärke nicht mehr als distinct wahrgenommen werden können: so folgt daraus, dass die Grösse der Empfindungskreise auf der Retina nicht constant ist, dass es also hier keine festen Empfindungskreise giebt. Die Grösse der Empfindungskreise der Retina wechselt mit der Intensität der Lichtempfindung oder des Contrastes.

Wie verhält sich mutatis mutandis die Haut? Ist bei einem geringen Drucke eine grössere Entfernung der Zirkelspitzen zur

Wahrnehmung distincter Punkte nöthig, als bei einem starken Drucke, oder umgekehrt, oder ist die Stärke des Druckes gleichgültig?

Diese Frage ist experimentell zu entscheiden. Nach einigen vergeblichen Bemühungen, einen passenden Apparat zu construiren, kamen wir bald wieder auf die einfachste Art des Versuches zurück, nämlich einen leichten und einen schweren Zirkel aufzusetzen. Der leichte Zirkel, aus spanischem Rohre gefertigt, wog 3 Gramm; der schwere Zirkel von Eisen übte einen Druck von über 1000 Gr. aus. Der leichte Zirkel hatte einen durch das Gelenk gehenden Stift, welcher 1 Centimeter auf jeder Seite hervorragte, so dass er zwischen 2 Fingern schwebte und beim Aufsetzen nur von diesen abgehoben wurde; es drückte also nur das Gewicht des Zirkels selbst, die aufsetzende Hand fügte keinen Druck hinzu. An den Spitzen der Zirkel waren Hollundermarkstückchen von je 9 Quadratmillimeter Basis befestigt, um Temperaturwirkungen auszuschliessen. Die Methode war sonst dieselbe, wie sie Weber und später Czermak angewendet haben (Hdwrtrbch. III. 2. p. 524 und Physiologische Studien p. 51. Anm.). Wir wählten zur Untersuchung nur solche Theile, wo die Zirkelspitzen eine verhältnissmässig grosse Distanz haben mussten, um die aus der Grösse der aufzusetzenden Flächen hervorgehende Ungenauigkeit zu eliminiren.

Wir haben nun gefunden, dass an der Stirn, am Oberarm, Vorderarm, Handrücken und Oberschenkel die beiden Zirkelspitzen ebensoweit von einander entfernt sein müssen, um als distincte Punkte wahrgenommen zu werden, wenn sie einen Druck von 3 Gr., als wenn sie einen Druck von 1000 Gr. ausüben.

Auf dem Oberarm, dem mittleren Theile des Unterarms, und dem mittleren Theile des Oberschenkels (rechte Körperhälfte) mussten die Zirkelspitzen 45 Mm. = 20 Pariser Linien entfernt sein, um quer aufgesetzt als 2 Punkte empfunden zu werden; wurden sie in der Längsrichtung des Gliedes aufgesetzt, so konnte man weder die Richtung, noch das Vorhandensein zweier Punkte überhaupt wahrnehmen. Wurden die Zirkelspitzen dagegen schräg aufgesetzt, so

dass sie etwa 45° gegen die Axe des Gliedes gerichtet waren, so wurden 2 Punkte deutlich gefühlt, aber die Richtung wurde als vollständig quer empfunden oder gedeutet; selbst wenn sich die schräge Richtung sehr stark der Längsaxe des Gliedes näherte, so wurden doch zwei Punkte empfunden und Querrichtung angegeben. Die Empfindungskreise müssen darnach von einer ganz eigenthümlichen Curve begrenzt sein, deren genauerer Bestimmung sich leider viele Schwierigkeiten entgegenstellen. In der Längsrichtung mussten die Zirkelspitzen gegen 60 Mm. von einander entfernt werden.

Auf dem Handrücken konnten wir bei 25 Mm. = 11 Par. Linien Entfernung der Zirkelspitzen deutlich wahrnehmen, ob dieselben quer oder längs aufgesetzt wurden, bei 22 Mm. Entfernung irrten wir beim Aufsetzen in der Längsrichtung, indem wir wohl zwei Eindrücke wahrnehmen, aber ihre Richtung nicht bestimmen konnten; bei 20 Mm. Entfernung konnten wir nur beim queren Aufsetzen zwei Punkte distinct erkennen.

Aehnlich verhielt sich die Stirn; in der oberen Gegend derselben konnten wir bei 20 Mm. = 9‴ Entfernung nur die quer oder schräg aufgesetzten Zirkelspitzen distinct wahrnehmen, dagegen nicht in der Längsrichtung; an der untern Stirngegend konnten wir bei dieser Distanz in jeder Richtung zwei Punkte fühlen und die Richtung angeben; deutlicher war aber auch hier die Distinction beim queren Aufsetzen.

Diese Angaben stimmen so genau, als es erwartet werden kann, mit Weber's neueren Bestimmungen in den Leipziger Berichten 1852 p. 91, so wie mit Czermak's Untersuchungen in den physiologischen Studien p. 54 überein. Wir müssen also nach diesen Ergebnissen, die sowohl für den schweren, als den leichten Zirkel, also für eine Belastung von 3 Gr. und von 1000 Gr. gelten, die oben gestellte Frage dahin beantworten: dass die Grösse des Drucks für die Wahrnehmung distincter Punkte ohne Einfluss ist, dass mithin Drucksinn und Raumsinn unabhängig von einander sind, dass sich endlich der Raumsinn der Retina ihrem Licht-

sinne gegenüber anders verhält, als der Raumsinn der Haut zu ihrem Drucksinne.

7) Verhältniss des Drucksinnes zum Ortssinne.

E. H. Weber hat die Fähigkeit, zwei Punkte distinct wahrzunehmen, in seinem Aufsatze über den Tastsinn und das Gemeingefühl als „Ortssinn", in seinem spätern Aufsatze über den Raumsinn als „Raumsinn" bezeichnet. In dieser letzteren Arbeit hat er eine zweite Methode zur Bestimmung der Feinheit des Raumsinnes angegeben, die darin besteht, „dass man einen Menschen den Ort anzeigen lässt, wo man seine Haut berührt hat". Durch diese zweite Methode bestimmt man offenbar etwas anderes, als durch die erste. Hier wird die Fähigkeit der Unterscheidung zweier Punkte und ihre Lage zu einander, dort die Fähigkeit, die Lage eines Punktes in Bezug auf fühlende Punkte unserer Haut anzugeben, geprüft. Die erste Untersuchung giebt Aufschluss darüber, wie genau unsere Haut die Continuität des Raumes wahrnimmt, und wie genau sie Formen empfinden und zur Perception bringen kann; die zweite zeigt, wie genau wir auf unserer Haut orientirt sind. Während das Vermögen, uns auf der Haut zu orientiren, von der Fähigkeit, zwei Punkte in einer gewissen Distanz zu unterscheiden, abhängig ist; so kann die Fähigkeit, zwei Punkte in geringer Distanz distinct wahrzunehmen, sehr gut vorhanden sein, ohne dass wir im Stande sind, uns auf dieser Haut zu orientiren. Die erste Fähigkeit ist höchst wahrscheinlich von der Menge und Vertheilung der Nervenenden abhängig, sie ist also theilweise angeboren; die zweite ist durch Bewegungen verschiedener Hautregionen an einander erworben und ist da weniger ausgebildet, wo die Bewegungen behindert sind. Man fühlt z. B. zwei Punkte auf den Zehen ganz deutlich als zwei und kann die Richtung der Spitzen angeben, aber man irrt sich, weiss also nicht, ob die dritte oder vierte, oder die zweite und dritte Zehe oder ob nur eine oder zwei nebeneinanderliegende Zehen berührt worden sind.

Da nun schon die beiden Ausdrücke „Ortssinn und Raumsinn" den Physiologen geläufig sind, so dürfte es wohl zweckmässig sein,

mit ihnen die zweierlei eben besprochenen Fähigkeiten unserer Haut zu bezeichnen, und dann unter „Raumsinn“ die Fähigkeit zu verstehen, zwei Punkte distinct zu empfinden, dagegen unter „Ortssinn“ die Fähigkeit, die Lage eines Punktes auf unserer Haut oder seinen Ort zu bestimmen.

Wir haben unter 6 das Verhältniss des Drucksinnes zum Raumsinne untersucht; bei dem negativen Befunde schien es uns nöthig, auch das Verhältniss des Drucksinnes zum Ortssinne zu prüfen. Wir stellten die Versuche so an, dass wir auf den ruhenden und gut unterstützten rechten Vorderarm, der durch schwarze Striche in halbe Decimeter abgetheilt war, mit Pastellstiften einen starken, und durch Niederlassen unseres Hollundermarkgewichtes von 15 Milligramm einen schwachen Druck ausübten. Der Untersuchte hatte einen anders gefärbten Pastellstift in der linken Hand und bemühte sich, unmittelbar nach erfolgter Berührung den markirten Ort zu treffen. Bei einer grossen Menge von Versuchen haben wir aber auch hier keinen Einfluss der Stärke des Druckes auf die Genauigkeit der Ortswahrnehmung, also keine Abhängigkeit des Ortssinnes vom Drucksinne finden können. Die Resultate waren überhaupt ziemlich schwankend. Eine grössere Abweichung, als der kleinste Durchmesser eines Empfindungskreises ist nie beobachtet worden, dagegen kamen bei starkem wie bei schwachem Drucke alle möglichen Distanzen zwischen dem von dem Untersucher und dem von dem Untersuchten berührten Orte innerhalb eines Empfindungskreises vor; in der grossen Mehrzahl der Fälle betrug indessen die bezeichnete Distanz nicht über 2 Centimeter am Vorderarm, auf dem Handrücken wurde 1 Centimeter nicht überschritten, auf den Fingern, namentlich der Volarseite, waren die Bezeichnungen meist ganz genau oder die Differenzen betrugen nur wenige Millimeter. Weber (Leipziger Berichte p. 88) hat ähnliche Mittelzahlen angegeben. Es ist jedenfalls sehr merkwürdig, dass man für gewöhnlich einen berührten Punkt genauer trifft, als man nach der Feinheit des Raumsinnes oder nach der Grösse der Empfindungskreise erwarten sollte.

auf die Dorsalseite des linken Arms, der behaart nur sehr kleine Gewichte, rasirt viel grössere erfordert hatte. Leider ergab dieses Experiment keine Antwort auf unsere Frage. Die feuchte Wunde nahm gar keinen Druck wahr, sondern nur Schmerz; als sie 24 Stunden lang trocken gewesen war, wurden 515 Mgrm. noch nicht gefühlt, ein stärkerer Druck wurde auch nicht eigentlich als Druck oder Berührung empfunden, sondern eher wie ein unbestimmter Schmerz, auch später, mehrere Tage nachher musste ein verhältnissmässig sehr starker Druck ausgeübt werden (515 Mgrm.), ehe eine Berührung gefühlt wurde. Dabei fand noch viele Wochen lang ein Jucken in dieser Gegend statt. Offenbar hatten also die Nervenenden sehr gelitten.

Es ist uns nach allen diesen Betrachtungen wahrscheinlich: dass die Dicke der Epidermis der Feinheit des Drucksinnes entgegenwirkt, dass aber diese Beeinträchtigung zum Theil und bis zu einem gewissen Grade von den Tastkörperchen compensirt wird.

II.

Welchen Einfluss hat die Grösse des Drucks auf die Wahrnehmung räumlich getrennter Punkte? oder: Sind Raumsinn und Drucksinn der Haut von einander abhängig?

6) Drucksinn und Raumsinn der Haut im Vergleich zum Lichtsinn und Raumsinn der Netzhaut.

Wenn wir die Analogie zwischen Haut und Netzhaut festhalten, und den Drucksinn, die eine specifische Energie der Haut, mit dem Lichtsinne, der specifischen Energie der Netzhaut (nach Ausschluss des Farbensinnes) parallelisiren (conf. Aubert in Gräfe's Archiv für Ophtalmologie III. 2. p. 63), so zeigt sich zwischen diesen Thätigkeiten der beiden Sinnesorgane der Unterschied, dass die Feinheit des Lichtsinnes auf der ganzen Retina nahezu gleich ist (s. Förster die Hemeralopie etc. p. 30 und Aubert, diese Zeitschrift Bd. IV. Heft 3. p. 224), während der Drucksinn der Haut an verschiedenen

Stellen in seiner Feinheit sehr variirt, mag man nun die Wirkung der Haare ausschliessen oder nicht. Dieser Befund stimmt mit den anatomischen Ergebnissen auch insofern überein, als sich auf der Retina mit Ausnahme der Eintrittsstelle des Sehnerven überall dieselben Elemente, nur in wechselnder relativer und absoluter Menge finden, auf der Haut dagegen die Nerven theils an oder in Tastkörperchen, theils ohne diese endigen. — Der Raumsinn dagegen zeigt sich sowohl auf der Haut, wie auf der Netzhaut sehr verschieden fein.

Nun finden wir bei der Retina eine sehr auffallende Abhängigkeit des Raumsinnes von dem Lichtsinne. Es ist eine Erfahrung des alltäglichen Lebens, dass man bei heller Beleuchtung (Tageslicht) Buchstaben in grösserer Entfernung, also unter kleinerem Gesichtswinkel erkennen kann, als bei matter Beleuchtung, so dass man im Dämmerlichte ein Buch instinctmässig den Augen mehr nähert. Förster sagt daher in seiner Hemeralopie mit Recht: „Gesichtswinkel und Helligkeit sind gleichsam die beiden Factoren, aus denen die Schärfe der Eindrücke, welche wir durch unser Auge empfangen, resultirt. Je kleiner der eine ist, desto grösser muss der andere sein, wenn noch eine Wahrnehmung zu Stande kommen soll — sie ergänzen sich gegenseitig.“ Mit specieller Anwendung auf die Wahrnehmung zweier Quadrate in bestimmter Distanz zeigt sich dieser Ausspruch in Aubert's Untersuchungen bestätigt (diese Zeitschrift Bd. IV. Heft 1. p. 31). Wenn aber der Raumsinn der Retina abhängig ist von dem Lichtsinne, wenn bei einem gewissen Helligkeitsgrade zwei Punkte distinct wahrgenommen werden, die bei einer geringeren Beleuchtungsstärke nicht mehr als distinct wahrgenommen werden können: so folgt daraus, dass die Grösse der Empfindungskreise auf der Retina nicht constant ist, dass es also hier keine festen Empfindungskreise giebt. Die Grösse der Empfindungskreise der Retina wechselt mit der Intensität der Lichtempfindung oder des Contrastes.

Wie verhält sich mutatis mutandis die Haut? Ist bei einem geringen Drucke eine grössere Entfernung der Zirkelspitzen zur

Wahrnehmung distincter Punkte nöthig, als bei einem starken Drucke, oder umgekehrt, oder ist die Stärke des Druckes gleichgültig?

Diese Frage ist experimentell zu entscheiden. Nach einigen vergeblichen Bemühungen, einen passenden Apparat zu construiren, kamen wir bald wieder auf die einfachste Art des Versuches zurück, nämlich einen leichten und einen schweren Zirkel aufzusetzen. Der leichte Zirkel, aus spanischem Rohre gefertigt, wog 3 Gramm; der schwere Zirkel von Eisen übte einen Druck von über 1000 Gr. aus. Der leichte Zirkel hatte einen durch das Gelenk gehenden Stift, welcher 1 Centimeter auf jeder Seite hervorragte, so dass er zwischen 2 Fingern schwebte und beim Aufsetzen nur von diesen abgehoben wurde; es drückte also nur das Gewicht des Zirkels selbst, die aufsetzende Hand fügte keinen Druck hinzu. An den Spitzen der Zirkel waren Hollundermarkstückchen von je 9 Quadratmillimeter Basis befestigt, um Temperaturwirkungen auszuschliessen. Die Methode war sonst dieselbe, wie sie Weber und später Czermak angewendet haben (Hdwrtrbch. III. 2. p. 524 und Physiologische Studien p. 51. Anm.). Wir wählten zur Untersuchung nur solche Theile, wo die Zirkelspitzen eine verhältnissmässig grosse Distanz haben mussten, um die aus der Grösse der aufzusetzenden Flächen hervorgehende Ungenauigkeit zu eliminiren.

Wir haben nun gefunden, dass an der Stirn, am Oberarm, Vorderarm, Handrücken und Oberschenkel die beiden Zirkelspitzen ebensoweit von einander entfernt sein müssen, um als distincte Punkte wahrgenommen zu werden, wenn sie einen Druck von 3 Gr., als wenn sie einen Druck von 1000 Gr. ausüben.

Auf dem Oberarm, dem mittleren Theile des Unterarms, und dem mittleren Theile des Oberschenkels (rechte Körperhälfte) mussten die Zirkelspitzen 45 Mm. = 20 Pariser Linien entfernt sein, um quer aufgesetzt als 2 Punkte empfunden zu werden; wurden sie in der Längsrichtung des Gliedes aufgesetzt, so konnte man weder die Richtung, noch das Vorhandensein zweier Punkte überhaupt wahrnehmen. Wurden die Zirkelspitzen dagegen schräg aufgesetzt, so

dass sie etwa 45° gegen die Axe des Gliedes gerichtet waren, so wurden 2 Punkte deutlich gefühlt, aber die Richtung wurde als vollständig quer empfunden oder gedeutet; selbst wenn sich die schräge Richtung sehr stark der Längsaxe des Gliedes näherte, so wurden doch zwei Punkte empfunden und Querrichtung angegeben. Die Empfindungskreise müssen darnach von einer ganz eigenthümlichen Curve begrenzt sein, deren genauerer Bestimmung sich leider viele Schwierigkeiten entgegenstellen. In der Längsrichtung mussten die Zirkelspitzen gegen 60 Mm. von einander entfernt werden.

Auf dem Handrücken konnten wir bei 25 Mm. = 11 Par. Linien Entfernung der Zirkelspitzen deutlich wahrnehmen, ob dieselben quer oder längs aufgesetzt wurden, bei 22 Mm. Entfernung irrten wir beim Aufsetzen in der Längsrichtung, indem wir wohl zwei Eindrücke wahrnehmen, aber ihre Richtung nicht bestimmen konnten; bei 20 Mm. Entfernung konnten wir nur beim queren Aufsetzen zwei Punkte distinct erkennen.

Aehnlich verhielt sich die Stirn; in der oberen Gegend derselben konnten wir bei 20 Mm. = 9‴ Entfernung nur die quer oder schräg aufgesetzten Zirkelspitzen distinct wahrnehmen, dagegen nicht in der Längsrichtung; an der untern Stirngegend konnten wir bei dieser Distanz in jeder Richtung zwei Punkte fühlen und die Richtung angeben; deutlicher war aber auch hier die Distinction beim queren Aufsetzen.

Diese Angaben stimmen so genau, als es erwartet werden kann, mit Weber's neueren Bestimmungen in den Leipziger Berichten 1852 p. 91, so wie mit Czermak's Untersuchungen in den physiologischen Studien p. 54 überein. Wir müssen also nach diesen Ergebnissen, die sowohl für den schweren, als den leichten Zirkel, also für eine Belastung von 3 Gr. und von 1000 Gr. gelten, die oben gestellte Frage dahin beantworten: dass die Grösse des Drucks für die Wahrnehmung distincter Punkte ohne Einfluss ist, dass mithin Drucksinn und Raumsinn unabhängig von einander sind, dass sich endlich der Raumsinn der Retina ihrem Licht-

Lage, so können wir ihn um dieselbe herum noch in ziemlich bedeutendem Umfange drehen, welche Drehung der im Ellenbogengelenke senkrecht daran stossende Unterarm wie ein Zeiger angeben kann.

Der Muskelapparat des Auges reicht ebensogut wie der des Oberarmes aus, den ganzen geometrisch möglichen Bewegungsumfang zu verwirklichen. Er reicht aus, alle die als möglich bezeichneten Lagen des Auges hervorzubringen und zu erhalten. Ich habe dies unter andern in einer früheren Arbeit über die Augenbewegungen nachgewiesen (Zeitschr. f. rat. Med. 1854. Bd. IV. S. 101.). Eine absolut zwingende Gewohnheit schliesst aber bei allen Menschen die (dauernde) Herstellung unzähliger dieser möglichen Lagen aus. Wir können zwar, wie jedermann bekannt, innerhalb des begrenzten Bewegungsumfanges der Sehaxe willkürlich jede beliebige Richtung geben. Ist aber dies einmal geschehen, so kann kein Mensch das Auge um diese Lage der Sehaxe nach der einen oder der andern Seite drehen. Von allen den unendlich vielen Lagen, welche dem Auge bei dieser bestimmten Richtung der Sehaxe geometrisch und mechanisch noch möglich wären, kommt nur eine einzige in Wirklichkeit zu Stande und zwar immer dieselbe, wie oft und auf welchem Wege auch die Sehaxe in die bestimmte Lage gekommen ist.

Der soeben ausgesprochene Satz steht unzweifelhaft fest durch die schönen Untersuchungen von Donders*), Meissner**) und Ruete***). Donders und Ruete haben sich der Nachbilder, Meissner hat sich der Doppelbilder bei binocularem Sehen bedient, um die bestimmte Lage zu ermitteln, welche das Auge annimmt, wenn man der Sehaxe eine bestimmte Richtung giebt. Man wird mit Recht suchen dürfen nach einer Regel, welche die bestimmte Drehstellung des Auges um die Sehaxe mit der bestimmten Richtung der

*) Holl. Beiträge I.

**) Beiträge zur Physiologie des Sehorgans. Leipzig 1854.

***) Ein neues Ophthalmotrop. Leipzig 1857.

letzteren, zu welcher sie erfahrungsgemäss gehört, von vorn herein und allgemein verknüpft, so dass man vorhersagen könnte: wenn ich der Sehaxe die und die Lage geben werde, so wird der und der bestimmte Meridian des Auges die und die Neigung gegen den Horizont haben. Ruete hat a. a. O. S. 25 eine solche Regel aufgestellt. Er hat aus seinen Versuchen eine Interpolationsformel abgeleitet. Eine solche gestattet zwar zwischen den zu Grunde gelegten Werthen liegende Fälle zu berechnen, hat aber keine allgemeinere gesetzliche Bedeutung, die auch Ruete für seine Formel nicht beansprucht. Man wird indessen kaum bezweifeln, dass der fragliche Zusammenhang einer ganz bestimmten Augenstellung mit einer bestimmten Richtung der Sehaxe eines allgemeinen gesetzlichen Ausdruckes fähig ist, da er doch wahrscheinlich in besonderen Einrichtungen des nervösen oder musculösen Apparates begründet ist. Man wird daher sogar annehmen dürfen, dass das Gesetz, wenn es einmal aus Versuchen gefunden ist, so ausgedrückt werden könne, dass es sich als nothwendige Folge jener Einrichtungen darstellt. Meissner hat dies versucht und sich darüber andeutungsweise a. a. O. S. 86 und fgd., später ausführlich in einer eigenen Abhandlung *) ausgesprochen.

So einnehmend das Meissner'sche Gesetz durch die geometrische Einfachheit seines Ausdruckes auch klingt, so hatte ich doch von Anfang Bedenken dagegen, sowohl aus inneren Gründen, als auch deswegen, weil die eigenen Messungen Meissner's keineswegs in dem Grade dazu stimmen, der erforderlich ist, wenn ein Gesetz als unumstösslich begründet angesehen werden soll. Ich habe daher neue Versuche angestellt in grösserer Breite und Anzahl als Ruete und Meissner, die entweder des letzteren Gesetz entschieden bestätigen oder entschieden widerlegen mussten und aus denen sich im letzteren Falle vielleicht ein Gesetz, wie es mir a priori vorschwebte, ableiten lassen würde. Ich muss leider gleich von vorn herein ankündigen, dass mir das letztere nicht in dem Maasse geglückt ist, wie ich ge-

*) Arch. f. Ophthalmol. Bd. II. Heft 1.

wünscht hätte. Ich halte indessen doch die Mittheilung meiner Versuche nicht für unangemessen. Einmal ist es schon darum wünschenswerth, die Beobachtungen zu vervielfältigen, um die Breite der individuellen Schwankungen kennen zu lernen. Zweitens habe ich mit meinen Versuchen wenigstens den einen Zweck ganz vollständig erreicht. Sie sind nämlich mit der Meissner'schen Regel entschieden unvereinbar. Dadurch ist diese allgemein widerlegt, insofern sie nicht als Interpolationsformel, sondern als allgemein gültiges, im Mechanismus begründetes Gesetz aufgestellt wurde.

Meine Versuche wurden nach einer von Meissner's sowohl als Ruete's abweichenden Methode angestellt; die Ruete'sche Methode, welche die Nachbilder auf einen getheilten Kreis projecirt, ist zwar meiner Ansicht nach weitaus die bequemste und zuverlässigste, indessen konnte ich sie nicht anwenden, da in meinem Auge keine hinlänglich dauernden Nachbilder zu Stande kommen. Die Meissner'sche Methode, die auch einer grossen Genauigkeit fähig ist, habe ich deshalb nicht angewandt, weil sie bloss die Richtungen der Sehaxe nach einwärts zu prüfen gestattet. Ich habe deshalb die Lage des blinden Fleckes zur Ermittelung der Augenstellung angewandt. Meissner hat diesen Weg auch schon gelegentlich*), jedoch nicht zum Behufe messender Versuche betreten. Ich habe ferner, um immer dieselbe Projection des blinden Fleckes auf eine feste Wand zu haben, nicht der Sehaxe verschiedene Lagen im Raume, sondern dem Kopfe verschiedene Stellungen bei fest bleibender Sehaxe gegeben. Im Wesen kann dies keinen Unterschied machen, da offenbar die bestimmte Stellung des Auges in der Augenhöhle bedingt ist durch eine bestimmte Lage der Sehaxe im Kopfe, nicht im absoluten Raume. In der That, Niemand wird etwa behaupten wollen, dass mein Auge sich im mindesten um die Sehaxe drehen würde, wenn das ganze Zimmer, in dem ich mich bei einer bestimmten Lage des Kopfes und Fixirung eines bestimmten Punktes der Wand befand, so gedreht worden wäre, dass der Kopf wieder dieselbe Stellung im

*) Beiträge etc. S. 70.

absoluten Raume erhalten hätte, die er Anfangs hatte, d. h. dass ein Perpendikel zur Antlitzfläche wieder horizontal gerade nach hinten im absoluten Raume gerichtet gewesen wäre.

Meine Beobachtungsart war näher folgende. An der grauen Wand eines geräumigen Zimmers war in der Höhe, in welcher sich mein Auge beim geraden Sitzen auf einem bestimmten Stuhle befand, ein geeignetes kleines Fixationsobject angebracht — ein weisser Kreis mit schwarzem zackigem Rande. Für das Auge wurde ein etwas über 6 Meter entfernter Standort so gewählt, dass die Sehaxe, wenn sie das Object fixirte, die erwähnte Wand senkrecht traf. Unter diesem Standort waren am Boden die Stellungen bezeichnet, welche die Füsse des Stuhles haben mussten, wenn seine vordere (oder hintere) Kante bestimmte Neigungen gegen die Wand haben sollten. Bei allen diesen Stellungen des Stuhles blieb die Mitte zwischen den hinteren Füssen am selben Platze. Ich wusste somit, wenn ich auf dem verschieden gestellten Stuhle sass mit angelehntem Rücken und in Bezug zum eigenen Körper gerade aus gerichtetem Kopfe, welche Neigung die Medianebene des Kopfes zur gegenüberliegenden Wand jedesmal hatte. Allerdings ist die Genauigkeit dieses Wissens abhängig von der subjectiven Beurtheilung der Richtung des Kopfes geradaus nach vorn. Indessen lässt diese Beurtheilung in der That nichts zu wünschen übrig, wie sich aus der Uebereinstimmung meiner Versuche untereinander selbst am besten zeigen wird. Es war nun zweitens nothwendig, dem Kopfe bei bestimmter Lage seiner Medianebene verschiedene Neigungen zu geben und diese messbar zu machen. Zu diesem Ende wurde ein hölzerner über den Kopf gehender Bügel mittelst zweier Schrauben in den Gehörgängen befestigt und ein von seiner Mitte herabgehender gebogener Eisenstab auf die Nasenwurzel gestützt. Der Bügel hatte somit eine feste Lage zum Kopfe. An der ins linke Ohr gehenden Schraube hing ein Loth, das vor einem mit dem Bügel fest verbundenen Gradbogen spielte. So konnte die Neigung des Kopfes oder einer in der Medianebene gedachten Geraden gegen den Horizont bestimmt werden. Es ist nicht zu übersehen, dass bei verschiedenen auf diese Weise erzielten

Lagen des Kopfes das beobachtende linke Auge allerdings nicht ganz genau an seinem Orte im absoluten Raume blieb. Jedoch kann dies auf die Folgerungen aus unsern Versuchen keinen merklich beeinträchtigenden Einfluss haben, da die Richtung vom Mittelpunkte des Auges zum Fixationspunkt bei der grossen Entfernung desselben erst um 30′ von der Richtung eines Perpendikels auf der Wand abweichen würde, wenn das Auge eine zur Wand parallele Verschiebung von 6 Centimeter erlitten hätte. An der Wand war nun folgende Einrichtung angebracht: auf ein Blatt grauen Cartons hatte ich einen schwarzen Fleck gemalt, der nahezu die Projection meines blinden Flecks auf die Wand ausfüllte. Der Carton war auf einer Leiste befestigt, deren Länge gleich kam der Entfernung des ungesehenen Theiles der Wand von dem Fixationspunkte an derselben. Das andere Ende der Leiste war durch einen Stift im Fixationspunkte drehbar befestigt. Um diesen Punkt konnte ich selbst mittelst einer über eine Rolle laufenden Schnur auf dem Stuhle sitzend den Carton mit dem schwarzen Flecke drehen. Ich konnte es also bei jeder Stellung des Kopfes, wenn ich das vorerwähnte Object fixirte, dahin bringen, dass das Bild des schwarzen Fleckes in meinem linken Auge auf den blinden Fleck fiel, denn verschiedene Stellung des Kopfes konnte nicht die Grösse und Entfernung der Projection des blinden Fleckes auf die Wand vom Fixationspunkt ändern, sondern nur die Neigung der Verbindungslinie beider gegen den Horizont. Jede einzelne Beobachtung wurde nun folgendergestalt ausgeführt. Ich setzte mich auf den bestimmt gestellten Stuhl, neigte den Kopf so lange auf und ab, bis der auf das Loth achtende Gehülfe es auf einen vorausbestimmten Theilstrich einspielen sah, dann richtete ich mein linkes Auge (bei nöthigenfalls geschlossenem rechten) nach dem Fixationspunkt und drehte nun mittelst der Schnur den Carton an der Wand so lange, bis der schwarze Fleck darauf vollständig verschwunden war. Diese Stellung wurde fest gehalten, bis der Gehülfe den Stand der Leiste auf einer darunter an die Wand geklebten Tangentenskala abgelesen und notirt hatte. Wir kennen also in jedem Versuche 1) die Richtung der Sehaxe im Kopfe, gegeben

durch die beiden Winkel, die am Loth und am Stuhle abgelesen worden. 2) Die zugehörige Drehstellung des Auges um die Sehaxe, denn diese ist unmittelbar gegeben durch die Ablesung der Skala an der Wand, welche die Lage der Verbindungslinie zwischen dem fixirten Punkte und einem ganz bestimmt gelegenen Punkte des angesehenen Raumes kennen lehrt, mithin die Lage eines bestimmten Meridianes der Netzhaut, auf den allemal das Bild der gedachten Linie fallen muss.

Meine Versuchsresultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. In einem Felde der Tabelle stehen die in verschiedenen Versuchen zu verschiedenen Zeiten gemachten Ablesungen des Winkels, welchen die Ebene eines gewissen Meridianes des Auges mit dem Horizonte machte, bei Fixirung des festen Punktes an der Wand und derjenigen Stellung des Kopfes, welche bestimmt ist durch die beiden Winkel, die in den beiden Eingängen der Tabelle auf denjenigen Horizontal- und Verticalcolumnen stehen, denen das betreffende Feld angehört. Der an sich willkürlich zu wählende Meridian, durch welchen die Orientirung des Auges bestimmt werden soll, ist derjenige, welcher im absoluten Raume horizontal liegt, wenn die Sehaxe nach dem Fixationspunkte zielt und der Kopf so steht, dass seine Meridianebene die Wand senkrecht schneidet und dass die Antlitzfläche vertical steht. Diese Lage des Kopfes, die zugleich als Nullpunkt der Drehungen und Neigungen des Kopfes angenommen ist, bleibt in der letzteren Beziehung allerdings rein subjectivem Ermessen überlassen. Eine solche willkürliche Wahl einer Anfangsstellung, sei es der Sehaxe in Beziehung zum festgedachten Kopfe, sei es des Kopfes zur festgedachten Gesichtsaxe, ist übrigens bei jeder Untersuchung über diesen Gegenstand nothwendig. Die hier in Rede stehende kann man, wie ich mich überzeugt habe, zu verschiedenen Zeiten mit grosser Genauigkeit rein nach subjectivem Gefühle wieder hervorbringen. Wir wollen uns nun eine in der Anfangslage horizontale Gerade, in der Medianebene gelegen, mit dem Kopfe fest verbunden denken und nach Art geographischer Ortsbestimmungen jede andere Lage des Kopfes, die in unsern Ver-

suchen vorkommen kann, mittelst dieser Linie bestimmen, indem wir erstens den Winkel angeben, welchen die neue (bei der angewandten Methode nothwendig immer im absoluten Raume lothrechte) Lage der Medianebene mit ihrer Anfangslage macht; wir wollen diesen Winkel die Länge nennen. Es ist der aus der Stellung des Stuhles in den Versuchen sich ergebende Winkel und seine verschiedenen Grössen sind am seitlichen Eingange der Tabelle mit der Bezeichnung long. (longitudo) angemerkt. Zweitens haben wir den Winkel anzugeben, welchen unsere im Kopfe feste Gerade in ihrer neuen Lage mit dem Horizonte bildet. Wir wollen ihn die Breite nennen. Seine verschiedenen Werthe, die sich in den Versuchen aus den Ablesungen des Lothes ergeben, finden sich am oberen Eingange unserer Tabelle mit der Bezeichnung lat. (latitudo). Den Breiten ist das +Zeichen vorgesetzt, wenn die Linie sich vorn über den Horizont erhebt, die Längen haben das +Zeichen, wenn die neue Lage der Medianebene von der alten vorn nach rechts abweicht. In den entgegengesetzten Fällen ist den Winkeln das negative Vorzeichen gegeben. Man wird nach diesen Erklärungen die folgende Tabelle verstehen und leicht meine Kopfstellungen reduciren auf Augenstellungen bei festgedachtem Kopfe, z. B. entspricht natürlich meinen Lagen mit positiven Längen und negativen Breiten Wendung des Auges nach oben und aussen.

	I lat=−33⁰	II lat=−30⁰	III lat=−28⁰	IV lat=−14⁰	V lat=−11⁰	VI lat=−6⁰	VII lat=0⁰	VIII lat=+1⁰	IX lat=+4⁰	X lat=+18⁰	XI lat=+45⁰
1. long=−29⁰			−5; −4,5								
2. long=−26⁰					+4; +3						
3. long=−21⁰									+1; +2		
4. long=−14⁰		−2; −2								+5; +6; +5	
5. long=−13⁰				+3; +2							
6. long=−10⁰								+1; +3			
7. long = 0	+3; +1; +3; +3						− 1 + 1				−1; +0,3−1; −1; (−1,5)−1; +2; +1+ 0,5−0,5+2; −1; 0

	I lat = −33⁰	II lat = −30⁰	III lat = −28⁰	IV lat = −14⁰	V lat = −11⁰	VI lat = − 6⁰	VII lat = 0⁰	VIII lat = +1⁰	IX lat = +4⁰	X lat = +18⁰	XI lat = +45⁰
8. long = +10⁰								+1; +1; 0 1; −1 +0,5			
9. long = +13⁰				+3; +2; + 2 +0,5; + 0,5 +3						−1; −1; − 1,5; (−4); − 2 −1;	
10. long = +14⁰		+5; +5; +5; +4 +(3,5); +6									
11. long = +21⁰									0; +1; 0 − 0,5; −1 −2; 0; 0 0		
12. long = +26⁰					+4; +4; + 2 +3,5 (+1) +3; +3 + 5; +5						
13. long = +29⁰			+8; +6; + 8; +8 +7; +7; +0; + 8 +(5,5) + 6; +8 +8; +9; +9								
14. long = +38⁰						+3; +3; (+5) +4; +2 +2; + 3; +2 +2; +3				−3; −2; − 3; −4; −3,5; −2,5 (−5)	

Est ist noch zu bemerken, dass die Zahlen der vorstehenden Tabelle, die um zwei Einheiten algebraisch vermehrten Zahlen der ursprünglichen Ablesungen sind. Dies hat den Sinn, dass die Leistenkante meines Apparates, deren Lage von vorn herein eine zufällige war, eben nicht in der Anfangsstellung (lat. = 0, long. = 0) in die Ebene des horizontalen Netzhautmeridianes, sondern in die eines Meridianes fiel, der sich nach links 2° unter den Horizont neigte. Sollten also alle Stellungen durch die Lagen des ursprünglich horizontalen Meridianes bestimmt werden, so mussten alle Ablesungen, die sich eben auf jenen dagegen um 2° geneigten Meridian bezogen, um 2 vermehrt werden, so dass das Mittel der für die Anfangsstellung gefundenen Zahlen genau = Null wurde. Ein + Zeichen vor dem Drehwinkel bedeutet, dass die linke Seite des ursprünglich horizontalen Meridianes sich über den Horizont erhebt, ein — Zeichen das Umgekehrte.

Man sieht nun, dass die Wiederholungen derselben Messung allerdings beträchtlich von einander abweichen. Die Abweichung erreicht sogar den Werth von 3°. Ich glaube gleichwohl behaupten zu dürfen, dass die Mittelwerthe im vorliegenden Falle ein grosses Zutrauen verdienen. In der That, man vergegenwärtige sich den Ursprung der Abweichungen: Der schwarze Fleck auf dem Carton meines Apparates konnte unmöglich so gross gemacht werden, dass sein Bild ganz genau den blinden Fleck meines linken Auges deckte. Es hatte also nothwendig die Drehung des Carton um den Fixationspunkt herum einen gewissen Spielraum, ohne dass der schwarze Fleck darauf unsichtbar zu sein aufhörte. Ich habe deshalb absichtlich denselben bald von oben in den ungesehenen Raum hineinsinken lassen, bald ihn von unten dahin gehoben. Wenn in beiden Fällen die Ablesung gemacht wurde in dem Moment, wo der letzte Rest (im ersten Falle der obere, im zweiten Falle der untere Rand) des schwarzen Fleckes verschwand, so war sie im ersten Falle constant grösser als im zweiten. Es folgt nun hier eine Zusammenstellung der Mittelwerthe bis auf einen halben Grad, genau (also in ganzen Graden ausgedrückt). Bei Berechnung derselben habe ich einige

stärker abweichende Zahlen (sie sind in der obigen Tabelle eingeklammert) ausgeschlossen. Sie verdanken meist Versuchen ihren Ursprung, welche schon vor der Ablesung als unsicher bezeichnet wurden.

Nro.	Drehwinkel	Nro.	Drehwinkel	Nro.	Drehwinkel
(I,7)	+ 2°	(IV,9)	+ 2°	(VIII,8)	0°
(II,4)	− 2°	(V,2)	+ 4°	(IX,3)	+ 1°
(II,10)	+ 5°	(V,12)	+ 4°	(IX,11)	0°
(III,1)	− 5°	(VI,14)	+ 3°	(X,4)	+ 5°
(III,13)	+ 8°	(VII,7)	0°	(X,10)	− 1°
(IV,5)	+ 2°	(VIII,6)	+ 2°	(X,14)	− 3°
				(XI,7)	0°

Vergleichen wir zunächst unsere Resultate mit den Ruete'schen. Es bedarf zu dem Ende einer Umformung unserer Stellungsbezeichnung in die Ruete'che. Ruete liess den Kopf bei seinen Beobachtungen fest in der Lage, die bei uns die Anfangslage (long. = 0, lat. = 0) war und gab nun der Anfangs geradaus nach vorn gerichteten Sehaxe andere Lagen; eine solche giebt er an durch zwei Winkel. Der erste — Azimuth — ist der Neigungswinkel einer durch die Lage der Sehaxe gelegten Verticalebene gegen die Medianebene des Kopfes, er rechnet ihn positiv, wenn jene Verticalebene vorn einwärts von der Medianebene abweicht; der zweite — Höhenwinkel — ist die Neigung der Sehaxe gegen den Horizont, er rechnet ihn positiv, wenn sich die Sehaxe vorn über den Horizont erhebt. Wir können aus unseren Längen und Breiten durch Auflösung einiger sphärischer Dreiecke leicht diese Azimuthe und Höhenwinkel berechnen *), d. h. wir können für jeden unserer Versuche leicht be-

*) Ich habe es absichtlich hier wie im weiteren Verlaufe der Untersuchung unterlassen, die mehrfach vorkommenden sphärisch trigonometrischen Rechnungen ausführlich mitzutheilen. In der That sind die ihnen zu Grunde liegenden ziemlich verwickelten Raumvorstellungen für den Leser, welcher sich nur flüchtig mit der Sache bekannt machen will, durch ebene Figuren, die ich allenfalls hätte beigeben können, doch nicht hinlänglich deutlich zu machen.

rechnen, welche Höhe und welches Azimuth die Sehaxe gehabt hätte, wenn wir ihr bei feststehendem Kopfe dieselbe relative Lage zu ihm gegeben hätten, welche sie in dem Versuche wirklich hatte.

Was die Angabe der Drehstellung des Auges um die Sehaxe bei Ruete betrifft, so muss ich gestehen, dass ich noch zwischen zwei Auffassungen seiner Worte schwanke. Ich bin nämlich zweifelhaft, ob der Winkel, den er mit R in seinen Formeln bezeichnet, die Neigung des in der Anfangslage verticalen Meridianes *) gegen eine durch die Sehaxe gelegte zum absoluten Horizont oder zur Visirebene **) senkrechte Ebene ist. Wäre der letztere Winkel gemeint, so wäre der Drehwinkel aus unseren Versuchen bei Reduction derselben auf die Ruete'sche Bezeichnungsweise geradezu selbst und mit Beibehaltung des Vorzeichens für den Winkel R zu setzen, denn er ist ja der Neigungswinkel des in der Anfangslage horizontalen Meridianes gegen die Visirebene selbst, die bei unserer Versuchsweise fortwährend im absoluten Horizonte verbleibt. Dieser Winkel ist offenbar der Neigung des ersten Meridianes gegen eine in der Sehaxe auf die Visirebene senkrecht gestellten Ebene gleich, auch entspricht einer Abweichung des ersten Meridianes oben nach links von der gedachten Ebene, die Ruete mit dem —Zeichen versieht, eine Neigung unseres Anfangsmeridianes links unter den Horizont, die wir gleichfalls mit dem —Zeichen versahen. Wäre dagegen der erstgenannte Winkel gemeint, so wäre noch eine Reduction nothwendig. Wenn wir nämlich den Kopf aus einer unserer Lagen, wieder in die Anfangslage zurückbringen, dabei aber das Auge und die gegenüberliegende Wand mit demselben in unveränderlicher Verbindung bewegt denken, so liegt nun nicht mehr die Nullinie unserer

---

Der Leser aber, welcher sich für den hier behandelten Gegenstand näher interessirt, wird sich leicht mit Hülfe einiger Drähte und eines Stückchen Wachs oder einer hölzernen Kugel die nöthigen Figuren körperlich bilden und die Formeln daran entwickeln können.

*) Er mag fernerhin schlecht weg der erste Meridian heissen.

**) So nennt man nach Meissner die Ebene, welche den Fixationspunkt nebst den beiden Augenmittelpunkten enthält.

Wandskala im absoluten Raume horizontal und ebensowenig liegt eine zu ihr auf der Wand im Fixationspunkt senkrechte Gerade alsdann noch in einer durch die Sehaxe auf den absoluten Horizont senkrecht gestellten Ebene, macht vielmehr einen gewissen (für jede unserer Lagen im allgemeinen verschiedenen) Winkel mit dieser Ebene. Diesen Winkel müssen wir berechnen, bei einer Abweichung der Linie oben links negativ, im umgekehrten Falle positiv nehmen und zu unserem Raddrehungswinkel algebraisch summiren, dann haben wir den Winkel R der Ruete'schen Bezeichnungsweise und können nun unsere Versuche mit den Ruete'schen vergleichen. Wir wollen nun diese Reduction und Vergleichung vornehmen. Es wird sich dabei von selbst als fast unzweifelhaft ergeben, dass Ruete mit R den zuletzt besprochenen Winkel gemeint hat, denn hätte er den andern Winkel gemeint, so würden meine Versuche von den seinigen so weit abweichen, wie es bei aller individuellen Verschiedenheit kaum zu erwarten wäre.

Nummer	long	lat	Lagenbestimmung in Ruete's Werke			(R^1)
			Azimuth (A)	Höhe (H)	Raddrehung R	
I,7	0°	− 33°	0°	+ 33°	+ 2	(0)
II,4	− 14	− 30	+ 16	+ 28	+ 6	(+ 4)
II,10	+ 14	− 30	− 16	+ 28°	− 3	(− 5)
III,1	− 29	− 28	+ 32	+ 24	+ 9	(+ 7)
III,13	+ 29	− 28	− 32	+ 24	− 6	(− 8)
IV,5	− 13	− 14	+ 13	+ 14	+ 5	(+ 3)
IV,9	+ 13	− 14	− 13	+ 14	− 1	(− 3)
V,2	− 26	− 11	+ 26	+ 10	+ 9(?)	
V,12	+ 25	− 11	− 26	+ 10	− 1	(− 3)
VI,14	+ 38	− 6	− 38	+ 5	− 1	(− 3)
VII,7	0	0	0	0	0	
VIII,6	− 10	+ 1	+ 10	− 1	+ 2	(0)
VIII,8	+ 10	+ 1	− 10	− 1	0	(− 2)
IX,3	− 21	+ 4	+ 21	− 4	0	(− 2)
IX,11	+ 21	+ 4	− 21	− 4	+ 1	(− 1)
X,4	− 14	+ 18	+ 15	− 18	− 0	(− 2)
X,10	+ 14	+ 18	− 15	− 18	+ 4	(+ 2)
XI,14	+ 38	+ 18	− 39	− 14	+ 8	(+ 7)
XI,7	0	+ 45	0	− 45	0	(− 2)

Eine Vergleichung der vorliegenden Messungen mit den Ruete'schen drängt uns nun eine Bemerkung auf, die für die Begründung eines Principes der Augenstellungen nicht ohne Interesse ist. In allen Versuchspaaren z. B. II,4 und II,10 etc., deren Bezeichnung dieselbe römische Ziffer hat, wäre nach der von Ruete aus seinen Versuchen abgeleiteten Regel eine Raddrehung von gleichem absolutem Werthe nach entgegengesetzter Seite zu erwarten gewesen, weil sich die Lagen der Sehaxe, die zu einem solchen Paare gehören, bei gleichem Höhewinkel nur durch das Vorzeichen des Azimuthes unterscheiden. Die Zahlen der Spalte R lassen nun aber sehen, dass in diesen Fällen bei meinen Versuchen ganz constant die positive Raddrehung nach rechts grösser ist als die negative (oben nach links) bei der Stellung mit gleicher Höhe, aber entgegengesetztem Azimuth der Sehaxe. Es passt hiezu sehr gut, dass bei meinem Versuche I,7 sich eine kleine positive Raddrehung ergab, während nach Ruete gar keine solche zu erwarten gewesen wäre.

Es ist von Interesse zu bemerken, dass daher meine Tabelle, wenn man alle Raddrehungen (versteht sich die Ausgangsstellung VII,7, bei der von einer Raddrehung nicht die Rede sein kann, ausgenommen) um 2 Grad (algebraisch) vermindert, in eine der Ruete'schen sehr analoge übergeht. Ich habe diese verminderten Zahlen der ursprünglichen eingeklammert unter der Ueberschrift (R') beigefügt. Die Zahlen der so gewonnenen neuen Reihe lassen sich wie die Ruete'schen als in erster Annäherung ausdrückbar durch die Formel $R^1 = c \,.\, AH$ ansehen; nur ist für meine Zahlen die Constante $c = \frac{1}{92}$ zu setzen *), während die bei Ruete den Werth $\frac{1}{41}$ hatte. Es mag noch eine Zusammenstellung der nach dieser Formel für R^1 berechneten Werthe folgen, nebst ihren Abweichungen von den unmittelbar für R' gefundenen Werthen. Man wird bemerken, dass die Abweichungen durchschnittlich nicht grösser sind als bei Ruete.

*) Bei Berechnung dieser Constanten ist auf den Versuch V,2 keine Rücksicht genommen, weil sein Resultat so auffallend aus der Reihe der übrigen herausfällt, dass der Verdacht eines besonderen Irrthumes nahe liegt.

Nummer	$\frac{AH}{92}$	$R^1 - \frac{AH}{92}$	Nummer	$\frac{AH}{92}$	$R^1 - \frac{AH}{92}$
I,7	0°	0°	VII,7	0°	0°
II,4	+ 4,8	− 0,8	VIII,6	− 0,1	+ 0,1
II,10	− 4,8	− 0,2	VIII,8	+ 0,1	− 2,1
III,1	+ 8,3	− 1,3	IX,3	− 0,9	− 1,1
III,13	− 8,3	+ 0,3	IX,11	+ 0,9	− 1,9
IV,5	+ 1,9	+ 1,1	X,4	− 2,9	+ 0,9
IV,9	− 1,9	− 1,1	X,10	+ 2,9	− 0,9
V,12	− 2,8	− 0,2	X,14	+ 5,9	+ 1,1
VI,14	− 2,0	− 1	XI,7	0	− 2

Gehen wir nunmehr an die Vergleichung unserer Versuchsresultate mit den Forderungen des Meisner'schen Gesetzes. Wir können diesem Gesetze folgenden kürzesten Ausdruck geben: Unter allen in der Wirklichkeit haltbaren Stellungen des Auges gegen den Kopf ist eine die „Primärstellung", bei der die Sehaxe der Medianebene des Kopfes parallel und 45° gegen die Verticalquerebene desselben geneigt ist — ausgezeichnet durch die einfach ausdrückbare Beziehung zu allen übrigen möglichen Stellungen; in jeder solchen nämlich haben alle Durchmesser des Auges dieselbe Neigung, wie in der Primärstellung gegen eine im Kopfe festgedachte Gerade, welche im Drehpunkt auf der Sehaxe und auf deren primärer Stellung gleichzeitig senkrecht steht. Diese Gerade würde also bei der zweiten Stellung des Auges dieselben Punkte des Auges enthalten, die sie bei der Primärstellung enthielt, sie kann demnach als Drehaxe angesehen werden, um welche sich das Auge aus der Primärstellung in die zweite oder zurück in die Primärstellung drehen lassen würde. Man könnte das Meissner'sche Gesetz auch noch so formuliren: Denkt man sich das Auge in der Primärstellung und legt durch den Drehpunkt irgend eine zur Sehaxe senkrechte Gerade und dreht es um diese als Axe, so ist das Auge allemal in einer möglichen und haltbaren Stellung, man mag in der Drehung still stehen, wo man will. Vorausgesetzt natürlich immer, dass man den Bewegungsumfang nicht überschritten hat.

Um die Forderungen dieses Gesetzes mit meinen Beobachtungen zu vergleichen, muss man es umkehren und auf die Bewegungen des Kopfes bei festem Auge beziehen. Dagegen wird Niemand einen Einwand erheben, da doch offenbar überall nur die relative Lage des Auges zum Kopfe durch das Gesetz bestimmt sein kann. Es wäre demnach dem Gesetze zunächst dieser Ausdruck zu geben: Denken wir uns das Auge in der Primärstellung gegen den Kopf, so kann dieser letztere, wenn das Auge im absoluten Raume ganz dieselbe Lage behaupten soll, nur in solche Lagen gebracht werden, die entstehen können durch Drehung um eine zur Sehaxe senkrechte Gerade. Geht im gedachten Falle der Kopf in Wirklichkeit doch in eine andere Stellung über, so kann eben das Auge nicht mehr seine ursprüngliche Lage im absoluten Raume behaupten. Die Sehaxe kann zwar ihre alte Richtung beibehalten aber der erste Meridian könnte nicht mehr senkrecht stehen.

Man kann sich nun offenbar die Aufgabe stellen: Bei einer gegebenen Richtung der Sehaxe im absoluten Raume hat der Kopf irgend eine ganz willkürliche Stellung, um welche Axe im Meissner'schen Sinne und wie weit hätte der Kopf aus der Lage zu der die gegebene Richtung der Sehaxe als Primärstellung gehört, gedreht werden müssen? Und wie weit hätte dann noch der Kopf um die Richtung der Sehaxe gedreht werden müssen? damit er schliesslich in die Lage gekommen wäre, die wir ihm in Wirklichkeit gegeben haben. Die letzte Drehung um die Richtung der Sehaxe hätte das Auge selbst mitmachen müssen, weil durch dieselbe die räumliche Beziehung der Sehaxe zum Kopfe nicht geändert wurde und von dieser allein die räumliche Beziehung aller Punkte und Richtungen im Auge zum Kopfe abhängt. Diese musste also auch bei der gedachten Schlussdrehung unverändert bleiben, oder wie wir es eben ausdrückten, das Auge muss diese Drehung mitmachen. Es wird also am Ende derselben der erste Meridian des Auges eine Neigung gegen die absolute Verticalebene haben gleich dem Winkelausschlag der in Rede stehenden Drehung um die Sehaxe. — In der Rechnung einfacher gestaltet sich die Lösung des umgekehrten Problems. Ich

habe daher Kopfstellungen zu meinen Versuchen folgendermassen ausgewählt: Es wurde allemal willkürlich eine zu der festen Lage der Sehaxe (horizontal — senkrecht gegen die Wand im Fixationspunkt) senkrechte Gerade als Drehungsaxe angenommen für den Kopf aus der Stellung heraus, für welche die feste Richtung der Sehaxe sich zu ihm in der primären Lage befindet. Diese Kopfstellung war also eine um 45° hinten übergeneigte (XI, 7), mit zur Wand senkrechter Medianebene. Um die angenommene Axe, die gegeben ist durch den immer oben nach rechts gezählten Winkel φ, welchen sie mit dem absoluten Loth bildet, wurde der Kopf gedreht gedacht im Sinne der Zeiger einer Uhr um einen willkürlich gewählten Winkel α. Dadurch wäre er in eine Lage gekommen, für welche bei der gedachten im Raume festen Richtung der Sehaxe nach dem Meissner'schen Gesetze der erste Meridian des Auges im absoluten Raume vertical geblieben wäre. Ich berechnete nun weiter einen Winkel β, um welchen der Kopf um die feste Lage der Sehaxe hätte gedreht werden müssen, damit der Kopf aus der soeben gedachten Lage in eine solche komme, bei welcher die Medianebene im Raume vertical steht, d. i. in eine solche, die nach meiner Versuchsweise wirklich dem Kopfe gegeben werden konnte. Ich berechnete ferner die zu der bestimmten so entstanden gedachten Lage mit senkrechter Medianebene gehörigen beiden oben „long." und „lat." genannten Winkel, welche die Lage nach meiner Bezeichnungsweise kennzeichnen. Da wie oben gezeigt wurde, das ganze Auge die Schlussdrehung um die Sehaxe von der Amplitude β hätte mitmachen müssen, so musste sich — wenn das Meissner'sche Gesetz richtig ist — der ungesehene Raum der Wand gegen die Lage verschoben zeigen, welche er einnimmt, wenn der Kopf so gestellt ist, dass die feste Richtung der Sehaxe sich gegen denselben in der Meissner'schen Primärstellung befindet, und zwar müssten die Verbindungslinien homologer Punkte des ungesehenen Raumes in den beiden Lagen mit dem festen Fixationspunkte gerade den Winkel β miteinander bilden. Mit andern Worten: Wenn das Meissner'sche Gesetz richtig ist, so muss sich in meinen Versuchen der in der Tabelle S. 204 als Drehwinkel be-

zeichnete Winkel finden, gleich dem zu den betreffenden Werthen von φ und α oder von long. und lat. gehörige Werth des Winkels β. Man mag aus nachstehender Tabelle ersehen, wieviel an einer solchen Uebereinstimmung fehlt. Mit φ ist der Winkel der Axe gegen das Loth bezeichnet, mit α die Amplitude der Drehung, durch welche der Kopf in jene nach Meissner bei festem Auge mögliche Lage gekommen sein würde, aus welcher er dann nur um die Sehaxe um den Winkel β gedacht werden musste, um in die Stellung zu kommen, welche er wirklich einnahm. Zu dem berechneten Werthe von β ist in jedes Feld der Tabelle geschrieben 1) in Klammern, die Nummer des Versuches, welcher zu der durch die betreffenden Werthe von α, φ und β charakterisirten Stellung des Kopfes gehört, 2) dann die beiden Winkel long. und lat. welche nach meiner Bezeichnungsweise dieselbe Kopfstellung charakterisiren, 3) endlich der zugehörige Drehwinkel, wie er sich in meinen Versuchen gefunden hatte, er ist mit D bezeichnet.

	$\alpha = 0$	$\alpha = 30$	$\alpha = 45$	$\alpha = 60$	$\alpha = 75$	$\alpha = 78$
$\varphi=30$	$\beta=0$ (XI,7) lat=+45 long=0 D=0		$\beta=+9^0$ (X,14) long=+38 lat=+18 D=−3⁰			
$\varphi=45$				$\beta=+18^0$ (VI,14) long=+38 lat=−6 D=+3⁰		
$\varphi=60$		$\beta=+3^0$ (X,10) long=+14 lat=+18 D=−1⁰	$\beta=+8^0$ (IX,11) long=+21 lat=+4 D=0	$\beta=+14^0$ (V,12) long=+26 lat=−11 D=+4	$\beta=+21^0$ (III,13) long=+29 lat=−28 D=+8	
$\varphi=75$			$\beta=+4^0$ (VIII,8) long=+10 lat=+1 D=0	$\beta=+7^0$ (IV,9) long=+13 lat=−14 D=+2⁰	$\beta=+11^0$ (II,10) long=+14 lat=−30 D=+5⁰	
$\varphi=90$			$\beta=0$ (VII,7) long=0 lat=0 D=0			$\beta=0$ (I,7) long=0 lat=−33 D=+2⁰
$\varphi=105$			$\beta=-4^0$ (VIII,6) long=−10 lat=+1 D=+2⁰	$\beta=-7^0$ (IV,5) long=−13 lat=−14 D=+2⁰	$\beta=-11^0$ (II,4) long=−14 lat=−30 D+−2⁰	
$\varphi=120$		$\beta=-3^0$ (X,4) long=−14 lat=+18 D=+5⁰	$\beta=-8^0$ (IX,3) long=−21 lat=+4 D=−1⁰	$\beta=-14^0$ (V,2) long=−26 lat=−11 D=+4⁰	$\beta=-21^0$ (III,1) long=−29 lat=−28 D=−5⁰	

Man sieht nun, dass die beiden Winkel D und β in den einzelnen Feldern vorstehender Tabelle ganz regellos von einander abweichen, um Grössen, die aus den gröbsten Beobachtungsfehlern nicht erklärt werden können. Dem Meissner'schen Gesetze fügen sich also meine Bestimmungen nicht.

Man könnte indessen doch noch einen Versuch machen, meine Zahlen mit dem Meissner'schen Gesetze in Einklang zu bringen, wenn man ihm eine etwas allgemeinere Fassung giebt. Man könnte nämlich daraus die Bestimmung der Primärstellung weglassen und annehmen, dass dieselbe vielmehr bei verschiedenen Individuen eine verschiedene sein könnte. Es wäre dann zu meinen Versuchen eine Lage der Sehaxe erst noch zu finden, von der man als Primärstellung in Meissner's Sinne auszugehen hätte. Ein Blick auf meine Versuche in Form der Tabelle S. 206 lässt sehen, dass man noch am ersten Hoffnung hätte, durch dieselben das Meissner'sche Gesetz bestätigt zu finden, wenn man die Stellung der Sehaxe zur primären wählt, in der sie (Versuch VII, 7) der Medianebene parallel im Horizont des Kopfes *) liegt. Die Vergleichung mit dem Meissner'schen Gesetze unter Annahme dieser Primärstellung macht sich am bequemsten mit Hilfe der Winkel A und H (siehe Tabelle S. 206). Bestimmt man nämlich irgend eine zweite Lage der Sehaxe durch Höhe und Azimuth, erstere vom Horizonte des Kopfes aus, letzteres von der Primärlage der Sehaxe darin gezählt, so findet man leicht durch Auflösen einiger sphärischer Dreiecke den Winkel, welchen bei dieser zweiten Lage der Sehaxe die Ebene des in der Primärstellung vertical gewesenen Meridianes mit der absoluten Verticalebene — allgemeiner ausgedrückt mit der Medianebene des Kopfes — machen muss. Kennt man diesen Winkel, wie in der Tabelle S. 206 R, so hat man nämlich nach dem Meissner'schen Gesetze die Gleichung $\mathrm{Cos}\,R = \frac{\mathrm{Sin}^2 A \,.\, \mathrm{Cos}\,H + \mathrm{Sin}^2 H \,.\, \mathrm{Cos}\,A}{\mathrm{Cos}^2 H \,.\, \mathrm{Sin}^2 A + \mathrm{Sin}^2 H}$. Der Winkel R ist positiv d. h. oben rechts zu zählen, wenn H und A gleiches negativ, wenn A und H entgegengesetztes Vorzeichen haben. Wenn also das Meissner'sche Gesetz mit der Modification, dass für mein Auge die Primärstellung nicht 45^0 unter den Horizont geneigt, sondern horizontal ist, gültig war, so müsste jeder aus meinen Beobachtungen

*) So mag die im Kopfe festzudenkende Ebene genannt werden, welche in meiner Anfangsstellung des Kopfes (long = 0, lat = 0) mit dem absoluten Horizonte durch die Augenmittelpunkte zusammen fällt.

abgeleitete und in der Tabelle S. 206 unter R verzeichnete Werth der Raddrehung übereinstimmen mit dem Winkel R, welchen man mittels der soeben angegebenen Formel aus den zugehörigen Werthen von A und H berechnete. Ich habe diese Rechnung für einige meiner Versuche durchgeführt und zwar für diejenigen, wo A, H und R einen ziemlich grossen absoluten Werth hat, weil bei kleineren die Abweichungen zwischen Rechnung und Beobachtung ohnehin nicht entscheidend ausfallen konnten. Nachstehend sind die Resultate verzeichnet.

Nummer des Versuchs	Azimuth A	Höhe H	R aus meinen Versuchen berechnet	R nach dem Meissner'schen Gesetze berechnet*)
I,7	0	+ 33	+ 2	0
II,4	+ 16	+ 28	+ 6	+ 4
II,10	— 16	+ 28	— 3	— 4
III,1	+ 32	+ 24	+ 9	+ 7
III,13	— 32	+ 24	— 6	— 7
X,4	+ 15	— 18	0	— 3
X,10	— 15	— 18	+ 4	+ 3
X,14	— 39	— 14	+ 9	+ 5

Die Abweichungen unter Voraussetzung der neuen Primärstellung sind zwar der Grösse nach gar nicht zu vergleichen mit denen, die sich oben ergaben, wenn man Meissner's Primärstellung zu Grunde legt. Aber es ist hier besonders der Umstand herzorzuheben, dass sie alle nach derselben Seite liegen. Die aus meinen Beobachtungen für R berechneten Werth, sind sämmtlich algebraisch grösser, als die nach dem Meissner'schen Gesetze berechneten; hätte man also die Sehaxe nach diesem Gesetze in eine zweite Lage geführt, so wäre die in meinen Versuchen dazu gehörige Stellung des Auges zu Stande gekommen, wenn man es noch eine weitere Drehung um die Sehaxe oben nach rechts hätte vollführen lassen. Etwas Aehnliches ergab sich (siehe S. 206) bei Vergleichung mit den Rueteschen Beobachtungen ebenfalls.

*) Natürlich wurden die Winkel bis auf eine Minute berechnet und hernach die Zahlen abgerundet.

Die Beobachtungen, welche Meissner selbst am eigenen Auge mit Hülfe der Doppelbilder gemacht hat, stimmen übrigens mit den auf sein hypothetisches Gesetz gegründeten Rechnungen nicht besser als die meinigen. Meissner bezeichnet die Stellung der Sehaxe durch zwei Winkel, d und r; der erstere ist die Neigung der beziehlichen Lage der Visirebene*) gegen ihre Primärstellung; der zweite ist der Ergänzungswinkel zu dem Winkel, welchen die Sehaxe mit der Verbindungslinie beider Augenmittelpunkte einschliesst. Die Drehstellung des Auges um die Sehaxe giebt er auch durch einen anderen Winkel, den er mit ϑ bezeichnet, an, als wir bisher thaten. Es ist nämlich der Winkel, welchen die Ebene des ersten Meridianes mit einer in der Sehaxe zur Visirebene senkrechten Ebene macht. Nachstehende Tabelle**) enthält die aus seinen Versuchen bestimmten Werthe des Winkels ϑ, verglichen mit den von seiner Hypothese geforderten, d war in allen Fällen $=45^0$.

r	ϑ berechnet nach dem Gesetze	ϑ gemessen in Versuchen
5^0	$2^0,8'$	$0^0,54'$
8	$3^0,19'$	$1^0,53'$
10	$4^0,6'$	$2^0,37'$
15	$6^0,15'$	$3^0,10'$
16	$6^0,40'$	$3^0,50'$
17	$7^0,5'$	$4^0,36'$

Die Art, wie Meissner diese höchst auffallenden und constant nach derselben Seite ausfallenden Abweichungen der Erfahrung von seiner Theorie auszugleichen und jene Messungen sogar zur Stützung statt zur Stürzung der letzteren benutzen zu können glaubt, beruht auf einem höchst seltsamen Irrthume. Er glaubt nämlich, die Abweichungen seien in der Abweichung der Retinakrümmung von der Kugelgestalt gegründet und macht***) diese Schlussfolgerung: „Der

*) Die Ebene, welche die Sehaxe und den Mittelpunkt des andern Auges enthält.
**) S. Graefe's Arch. Bd. II. Heft 1. S. 97.
***) A. a. O. S. 94.

Winkel ϑ ist der Winkel, welchen das Retinabild einer im fixirten Punkte zur Visirebene senkrecht stehenden geraden Linie mit der Trennungslinie identischer Netzhauthälften (unserem ersten Meridian) einschliesst. In einer Kugel wird nun der Flächenwinkel, welchen zwei durch das Centrum gehende Ebenen mit einander einschliessen, gemessen durch den Winkel, welchen die beiden grössten Kreise, die Durchschnittslinien jener beiden Ebenen mit der Kugeloberfläche, miteinander einschliessen. So berechneten wir den Winkel ϑ, indem wir ihn gleichsetzten dem Flächenwinkel zwischen den Ebenen AFE und APE*). Dieser Winkel ϑ, dessen Schenkel rechtwinklig zur Durchschnittslinie AE (Sehaxe) der beiden Ebenen stehen, ist der grösste Winkel, den zwei je in einer der beiden Ebenen liegende Linien, die gleiche Winkel mit der Durchschnittslinie einschliessen, mit einander bilden können. Nun ist das Auge und speciell der hintere Umfang, nicht sphärisch gekrümmt, sondern nahezu ellipsoidisch. Denken wir nun in dieser wahren Gestalt des Auges das in obiger Weise zu einer Kugel reducirte Auge eingeschlossen, so werden wir die beiden Ebenen AFE und APE noch über die Kugeloberfläche hinaus fortgesetzt denken müssen, bis sie die Retina schneiden, und da ihnen diese nun jedenfalls eine von der Kugelgestalt abweichende Krümmung darbietet, so werden die beiden Durchschnittslinien der Ebenen AFE und APE mit der Retina, indem sie, wie jedenfalls angenommen werden darf, gleiche Winkel mit AE einschliessen, unter sich auf der Retinaoberfläche einen Winkel ϑ^1 bilden, welcher kleiner ist, ob der Flächenwinkel zwischen AFE und APE, kleiner also als der Winkel ϑ. — Somit darf aber nicht nur, sondern muss nothwendiger Weise erwartet werden, dass die einzelnen berechneten absoluten Werthe für ϑ grösser sind, als die beobachteten für ϑ^1.“

Gegen diese Schlussfolgerung an sich ist schon einzuwenden, dass die in Rede stehenden Durchschnittslinien der beiden Ebenen mit der Retina oder besser die Tangenten in ihrem Durchschnitts-

*) AFE ist in der Figur, auf die sich M. bezieht, die oben bezeichnete Ebene, welche in der Sehaxe zur Visirebene senkrecht steht, APE die Ebene des ersten Meridians.

punkte ebenso gut genau auf der Sehaxe senkrecht stehen, wie die grössten Kreise auf einer hypothetischen Kugeloberfläche, vorausgesetzt, dass die Sehaxe das Retinaellipsoid im Scheitel trifft, in andern Fällen wenigstens so annähernd, dass höchstens eine Differenz von einigen Secunden, nicht aber von 2^0 und mehr in dem Winkel ϑ auf diese Weise erklärt werden könnte. Uebrigens würden in andern Fällen die beiden fraglichen Linien auch nicht im allgemeinen gleiche Winkel mit der Sehaxe einschliessen. Ferner ist aber der erste Satz unrichtig, welcher die factische Unterlage der ganzen Schlussfolgerung ausdrückt. Meissner misst in seinen Versuchen keineswegs und kann auch gar nicht messen den Winkel, welchen ein lineäres Retinabild mit einer andern krummen Linie auf der Retina macht. Seine Versuche laufen vielmehr, wie sich von selbst versteht, hinaus auf Lagenbestimmung räumlicher Gebilde ausserhalb des Auges und zwar wird insbesondere allemal die Lage einer Geraden (wenn auch nicht ganz unmittelbar) bestimmt, deren Bild auf den ersten Meridian der Netzhaut fällt. Somit kann Meissner aus seinen Versuchen die Lage der Ebene, die den ersten Meridian der Netzhaut enthält, folgern. Die Bestimmung dieser Lage durch den Neigungswinkel gegen irgend eine willkürlich gewählte Ebene aus Meissner's Versuchen muss nothwendig ganz unabhängig sein von der Gestalt der Curve, in welcher diese Ebene die Retinaoberfläche schneidet. Es änderte gar nichts an der Sache, wenn diese Schnittcurve zickzackig wäre. Der aus den Versuchen abgeleitete Winkel ϑ^1 hat ganz dieselbe Bedeutung als Flächenwinkel, wie der in der theoretischen Ableitung mit der Bezeichnung ϑ auftretende, beider Werthe müssten also in jedem speciellen Falle übereinstimmen, wofern die Theorie richtig sein sollte.

Die Meissner'sche Theorie hat sich einen so grossen Beifall erworben — Ludwig hat sie z. B. in der neuen Auflage seines Handbuches der Physiologie geradezu aufgenommen — dass wir nicht von ihr scheiden können, ohne einen Blick auf die innere Begründung zu werfen, die ihr Urheber angestrebt hat. Ihr muss die Theorie offenbar den grossen Beifall verdanken, da die Mängel der empirischen Begründung Niemandem entgehen konnten. Sehen wir daher

zu, ob nicht doch manche Lücke zu finden ist in der Kette von Schlüssen, durch welche Meissner sein Gesetz über die Augenstellungen gleichsam als a priori nothwendig ableitet.

Vor allem scheint mir schon der Ausgangspunkt der theoretischen Betrachtungen bei Meissner, der sich auch in der Fassung seines Gesetzes (ich habe oben, um unseren Gedankengang nicht zu stören, eine etwas andere gewählt) zu erkennen giebt, nicht der richtige, weil nicht der einfachste zu sein. Er geht nämlich von der Betrachtung der Bewegungen statt von der der Stellungen des Auges aus, und fasst sein Gesetz als ein Gesetz der Augenbewegungen, während sich doch offenbar hernach durch Versuche nur ein Gesetz für die Augenstellungen prüfen lässt. Er behauptet namentlich, dass jede endliche Lagenveränderung des Auges bestehe in einer einfachen Drehung um eine feste Axe, deren Bestimmung freilich im allgemeinsten Falle ziemlich verwickelt ist. Hier müsste er schon, um nicht mit sich selbst in Widerspruch zu kommen, beschränkend hinzufügen, „wenn nicht während der Lagenveränderung selbst bestimmte stetig auf einander folgende Punkte fixirt werden". Lassen wir z. B. beim Lesen die Fixationsrichtung einer gedruckten Zeile entlang gleiten, so kann diese Bewegung zwar wohl in einzelnen Fällen, aber nicht im Allgemeinen Drehung des Auges um eine feste Axe sein, vorausgesetzt, dass das Auge in allen Stadien derselben oder auch nur am Ende sich in einer nach dem Meissner'schen Gesetze möglichen Lage befinden soll.

Der Grundgedanke der Meissner'schen Deduction ist nun wohl der: die Bewegungen des Auges abzielend auf Veränderung der Fixationsrichtung müssen möglichst einfach bewerkstelligt werden. Die Einfachheit scheint er dahin zu deuten, dass es dem zu einem Augenmuskel gehenden Nerven erspart wird, während einer bestimmten absichtlich ausgeführten Bewegung vielfältig mit seinem Erregungszustande zu variiren, dass vielmehr ein Muskel, wenn er einmal zu einer bestimmten Bewegung in Anspruch genommen ist, auch während ihrer ganzen Dauer möglichst gleichmässig contrahirt bleibe. Angenommen, dass für die Augenbewegungen dieses Princip mecha-

nischer oder physiologischer Einfachheit maassgebend wäre, so würde daraus doch gewiss keineswegs die geometrische Einfachheit der Drehungen folgen, wie Meissner zu glauben scheint, wenn ich ihn anders richtig verstanden habe. Um mich deutlicher auszusprechen, will ich einen concreten Fall setzen. Denken wir im Anfang alle Muskeln des Auges ruhend, dann werden sie sich mit der Spannung des Sehnerven und der andern mit dem Auge verbundenen Theile bei einer gewissen Lage der letzteren ins Gleichgewicht setzen. Denken wir uns jetzt die Nervenstämme dreier von den sechs Augenmuskeln geriethen in einen gewissen Grad der Erregung jeder in einen andern, aber für jeden bliebe dasselbe constant dauernd bis ins Unendliche. Der veränderte Zustand würde eine neue Gleichgewichtslage erfordern, die sich unter geeigneten Voraussetzungen leicht berechnen liesse. Offenbar wäre dies der physiologisch einfachste Fall der Contraction und wenn ich Meissner richtig verstanden habe, so müsste er nach seiner Meinung auch den geometrisch einfachsten Erfolg in der Bewegung haben, d. h. es müsste in dem gedachten Falle nach seiner Meinung die Bewegung aus der Anfangslage in die Schlusslage Drehung um eine feste Axe sein. Ich für mein Theil traue mir nicht zu auszumitteln, wie diese Bewegung, deren Anfang und Ende bekannt sind, stattgefunden haben mag, aber dass sie gerade eine einfache Drehung um eine feste Axe gewesen sein müsste, scheint mir eine unendlich geringe Wahrscheinlichkeit von vorn herein zu haben. Ich glaube, im Allgemeinen würde den die Augenmuskeln beherrschenden Nervencentren gerade eine ganz besonders schwierige Variation der Reize aufgebürdet, wenn die Drehungsaxe während einer ganzen endlichen Bewegung dieselbe bleiben soll. Die geometrische Einfachheit scheint mir der physiologischen Einfachheit weit eher zu widersprechen, als sie zu bedingen.

Wenn dies zugestanden wird, so fällt die theoretische Begründung des Meissner'schen Gesetzes in sich zusammen. Ich unterlasse es daher, dieser Begründung weiter im Einzelnen nachzugehen, wo sich übrigens auch hie und da nicht ganz vollkommen bindende Schlussfolgerungen aufzeigen liessen.

Von ganz anderen Vordersätzen ausgehend, habe ich mir eine Ansicht von dem physiologischen Principe der Augenstellungen gebildet. Obwohl ich sie weder geometrisch zu formuliren, noch aus meinen vorliegenden Versuchen vollständig zu beweisen im Stande bin, kann ich doch ihre Mittheilung hier nicht unterdrücken, weil sie mir in der That a priori unangreifbar zu sein scheint und ich doch zunächst keinen Weg absehe, sie empirisch besser zu begründen.

Richtet man die Sehaxe auf irgend einen Punkt im Raume, so werden im Allgemeinen unter den sechs Augenmuskelansätzen einige von den zugehörigen Ursprüngen weiter entfernt sein, als in der Lage, welche das Auge sich selbst überlassen einnimmt. Die betreffenden Muskeln werden also, selbst wenn sie unerregt gedacht werden, eine erhöhte Spannung haben. Ferner werden im Allgemeinen auch andere Theile, die einerseits im Augapfel, andererseits an der Augenhöhlenwand befestigt sind, eine Zerrung erleiden und folglich eine Spannung entwickeln. Unter diesen Theilen wollen wir, um nicht die Vorstellung bis zum Unentwirrbaren zu verwickeln, den Sehnerven allein berücksichtigen. In der That wird er ohne Zweifel unter ihnen die mechanisch hervorragendste Rolle spielen und wir werden so trotz Unterdrückung der schlaffen Bindegewebsstränge und Membranen doch eine angenäherte Einsicht in den mechanischen Sachverhalt gewinnen können. Die Spannungen des gedehnten Sehnerven und der gedehnten Muskeln streben natürlich, den Augapfel aus der gedachten Lage herauszubewegen, welche sie entwickelte. Soll er gleichwohl in derselben verharren, so müssen die bei ihr nicht über ihre natürliche Länge hinaus gedehnten Muskeln ihrerseits Spannungen entwickeln, welche jenen Gleichgewicht halten. Spannungen können in den fraglichen Muskeln aber offenbar nur vorhanden sein, wenn sie sich im erregten Zustande befinden, für welchen ihre natürliche Länge kleiner ist, als die Entfernung zwischen Ursprung und Ansatz, welche ihnen die in Rede stehende Lage beilegt. Es kann demnach keine Lage des Augapfels (ausser einer einzigen) erhalten werden ohne dauernde Anstrengung einiger der sechs Augenmuskeln.

Man weiss, dass die Seele zunächt nur ein Bewussstsein darüber hat, auf welchen Punkt des Raumes die Sehaxe gerichtet ist, und nur eine solche Richtung willkürlich anordnen kann, es koste welche Muskelanstrengung es wolle. Ist die Sehaxe einmal gerichtet, so kann die Seele keine Drehung des Auges um diese Richtung mehr verfügen. Sie wird also auch keinen veränderten Befehl zu den bei der betreffenden Lage activ angestrengten Muskeln schicken, wenn der Augapfel aus rein mechanischen, vor der Hand noch unbekannten Gründen irgend eine Orientirung um die willkürlich gerichtete Sehaxe annimmt, denn es ist ihr jede Orientirung gleich gerecht. Man kann sich also bildlich vorstellen, die Seele stellt die Sehaxe in irgend einer Richtung fest, so, als wenn ein fester Stift in derselben durch das Auge gestossen wäre, und nun machen es die Muskeln und der Sehnerv unter sich aus, wie das Auge um diesen Stift herum sich anordnet. Offenbar ist unter allen diesen unendlich vielen Anordnungen eine, welche den bei der betreffenden Lage der Sehaxe activ contrahirten Muskeln weniger Gesammtanstrengung zumuthet als jeder andere. Dies ist nach meiner Ansicht diejenige Lage des Auges, welche es unter allen bei der fraglichen Sehaxenrichtung möglichen in Wirklichkeit einnimmt. Sie ist bei jeder Sehaxenrichtung eine unzweideutig bestimmte und es wäre somit durch die gegenwärtige Hypothese vor der Hand der empirisch feststehende Fundamentalsatz der Lehre von den Augenstellungen erklärt, dass bei einer bestimmten Sehaxenrichtung das Auge nur eine einzige Stellung in der Wirklichkeit annehmen kann. Es wäre jetzt die nächste Aufgabe, aus den anatomischen Verhältnissen der Augenmuskeln und der Sehnerven mathematisch den Zusammenhang zu entwickeln zwischen der Richtung der Sehaxe und derjenigen Drehstellung um dieselbe, welche von den contrahirten Muskeln ein Minimum der Anstrengung fordert. Dann wäre zu sehen, ob in den beobachteten Fällen Drehstellung und Sehaxenrichtung in demselben Zusammenhange stehen. An die definitive Lösung dieser Aufgabe kann darum nicht gedacht werden, weil niemals die anatomischen Verhältnisse derjenigen Augen be-

kannt sind, an welchen die Beobachtungen angestellt werden können. Die blosse Entwickelung des in Rede stehenden Zusammenhanges in mathematischer Form auf Grund fingirter anatomischer Verhältnisse würde die kolossale Mühe nicht lohnen.

Wir müssen uns damit begnügen, einige anschauliche Betrachtungen in der angedeuteten Richtung anzustellen, die besonders darum nicht ohne Interesse sein dürften, weil sie auf die so oft besprochene teleologische Bedeutung der mm. obliqui ein sehr helles Licht werfen. Wenden wir unsere Aufmerksamkeit zunächst dem Sehnerven zu. Seine Eintrittsstelle in den Bulbus (die wir als Punkt denken) würde um den gelben Fleck oder um den Punkt, wo die Sehaxe die Retina schneidet, herum einen kleinen Kreis beschreiben, wenn man bei festgehaltener Sehaxe um diese eine volle Umdrehuug des Bulbus ausführte. Die Ebene dieses kleinen Kreises steht im Allgemeinen nicht senkrecht zur Verbindungslinie des Augenmittelpunktes mit dem foramen opticum, daher stehen von diesem letzteren nicht alle Punkte des kleinen Kreises gleichweit ab. Legen wir durch die Sehaxe und das foramen opticum, das wir auf einen Punkt reduciren, eine Ebene, so schneidet sie den Umfang unseres Kreises in zwei Punkten, von denen der eine die grösste, der andere die kleinste Entfernung vom foramen opticum hat. Auf diesen letzteren Punkt würde offenbar die alleinige Wirkung des nervus opticus dessen Eintrittsstelle um die Sehaxe drehend führen, wenn diese irgendwie in der gedachten Lage fixirt wäre. Ehe wir weiter gehen, wollen wir uns erst einige quantitative Rechenschaft von der Raddrehung geben, welche so der Sehnerv für sich hervorbringen würde. Wir müssen dabei irgend eine bestimmte Sehaxen- und Augenstellung als Ausgangspunkt wählen. Es empfiehlt sich dazu besonders diejenige, wo die Entfernung der Sehnerveneintrittsstelle vom foramen opticum ein minimum minimorum ist, wo also diese beiden Punkte mit dem Augenmittelpunkte in einer geraden Linie liegen. Bei dieser Stellung erleidet der Sehnerve gar keine Zerrung, und wenn man dem Augenmuskelapparate diejenige vernünftige Zweckmässigkeit zutrauen darf, die man so oft mit Erfolg heuristisch anwendet, so ist er in dieser Stellung bei

vollkommener Ruhe im Gleichgewicht. Ohne Zweifel wird diese Stellung hervorstechende Eigenschaften besitzen und man wird namentlich geneigt sein, in ihr die Meissner'sche Primärstellung zu finden. Damit stimmt es sehr gut zusammen, dass bei Meissner's Primärstellung die Sehaxe vorn, unter den Horizont (des Kopfes) geneigt ist, da nämlich wohl sehr häufig das foramen opticum höher liegt, als der Miftelpunkt des Bulbus. Freilich passen die sonstigen Bestimmungen der Primärstellung nicht ganz zu der in Rede stehenden Annahme, namentlich dürfte sie der Medianebene nicht genau parallel und auch wohl nicht so tief unter den Horizont geneigt sein, wie Meissner will. Nach Ruete steht die Sehaxe horizontal nach vorn, wenn die Eintrittsstelle des Sehnerven in die Augenhöhle und in den Bulbus mit dessen Mittelpunkt in eine gerade Linie fällt. Wir wollen von dieser Annahme ausgehen, da sie die Vorstellung am einfachsten macht und auf einer ganzen Reihe von Messungen beruht. Nehmen wir nun an, die Sehaxe eines linken Auges würde in einer zweiten Lage festgestellt, bei der ihr vorderes Ende nach oben und aussen gerichtet wäre, und zwar gerade soweit nach aussen, dass eine durch sie gelegte Verticalebene das foramen opticum enthielte, dann müsste der Sehnerv das sonst um die neue Lage der Sehaxe frei drehbare Auge so weit herumziehen, dass seine Eintrittsstelle in den Bulbus in diese Verticalebene und zwar über den gelben Fleck zu liegen käme. Wir würden also eine Raddrehung von $^1/_2\ \pi$ haben, denn der in der Ausgangsstellung horizontal gewesene Meridian würde jetzt vertical stehen. Stellen wir uns jetzt vor, dass wir der Sehaxe des zugehörigen rechten Auges dieselbe Richtung im absoluten Raume (also im Kopfe nach oben und innen) gäben, so würde ihm sein Sehnerv eine Raddrehung im entgegengesetzten Sinne (freilich kleiner als $^1/_2\ \pi$) ertheilen. Die Desorientirung der beiden Sehfelder gegeneinander würde alsdann eine unfehlbar störende Höhe erreichen.

Halten wir das linke Auge in der gedachten Lage fest und rüsten wir es aus mit seinen 4 mm. recti. Ursprung und Ansatz vom r. superior und r. externus werden alsdann näher aneinander liegen als in der Anfangsstellung; dagegen wird der rectus inferior und internus gedehnt

sein. Stellen wir uns immer noch vor, die Richtung der Sehaxe würde ohnehin durch fremde Veranstaltungen festgehalten, so dass die mm. rectus externus und superior sich nicht anzustrengen braucht, so würde gleichwohl jetzt nicht mehr die vorhin abgeleitete Lage eine Gleichgewichstlage sein. Die in r. inferior und internus entwickelten Spannungen nämlich würden offenbar ein Moment ausüben, welches das Auge (oben rechts) zurückzudrehen strebt. Bei dieser Drehung wüchse dann aber auch wieder die Spannung des Sehnerven und es würde bei einer neuen Drehstellung sich das Gleichgewicht wieder herstellen. Sehr weit könnte sie von der vorigen nicht entfernt sein, denn die Momente der beiden gespannten Muskeln um die Sehrichtung als Axe sind jedenfalls sehr klein, da ihre Länge bei umgekehrter Drehung nur sehr langsam wächst. Die so gefundene Gleichgewichtsstellung wäre aber jedenfalls diejenige, bei welcher die beiden contrahirten Muskeln sich am wenigsten anzustrengen hätten, wenn sie in Verbindung mit einem allerdings immer noch nothwendigen dritten Hülfsmuskel statt der vorhin fingirten fremden Veranstaltungen die Richtung der Sehaxe aufrecht zu erhalten hätten. In der That hätten sie ja jetzt nur noch die Momente zu aequilibriren, deren Axe zur Sehaxe senkrecht stehen, da die Momente der passiven Spannungen um die Sehaxe einander selbst Gleichgewicht halten. In jeder andern Drehstellung wäre auch noch ein resultirendes Moment um die Sehaxe zu aequilibriren, was entweder bei zu grosser Elongation oben links vom Ueberwiegen der Muskelspannungen oder bei zu grosser Elongation oben rechts vom Ueberwiegen der Sehnervenspannung herrühren würde. Wir wiederholen: die so gefundene neue Lage der kleinsten Anstrengungen könnte sich unmöglich beträchtlich von jener Gleichgewichtslage unterscheiden, die durch die alleinige Wirksamkeit des Sehnerven bedingt sein würde. Sie würde also immer noch mit einer kolossalen Raddrehung verbunden sein. Ganz anders gestaltet sich die Sache, wenn man die mm. obliqui mitberücksichtigt. Dass wir im obliques inferior bei der gedachten Richtung der Sehaxe zunächst den oben nothwendig befundenen dritten activ betheiligten Hülfsmuskel haben, mag nur

einstweilen im Vorbeigehen erwähnt sein. Der obliquus superior aber ist offenbar bei der soeben bestimmten Lage mit grosser Raddrehung nach links ausserordentlich gedehnt. Er würde also, wenn man nun wieder die Sehaxenrichtung durch eine fremde Veranstaltung festhielte und das Auge den rein physikalisch elastischen Kräften der Muskeln und des Sehnerven überliesse, den Augapfel um einen sehr beträchtlichen Winkel oben rechts wieder herumziehen, so dass sich in der neuen Gleichgewichtslage die Ebene des ersten Meridianes nicht mehr weit vom Verticalismus im absoluten Raume entfernen könnte. Dass in der That die Veränderung, welche der obliquus superior in dem Systeme hervorbringt, eine bedeutende sein müsse, geht unmittelbar aus seiner Zugrichtung hervor. Offenbar ist nämlich die Componente seines Momentes um die Sehaxe fast seinem gesammten Momente gleich, die entgegenwirkende Componente des Momentes des Sehnerven um die Sehaxe ist dagegen nur ein kleiner Bruchtheil des Gesammtmomentes des letzteren. Daher wird eine unbedeutende Spannung des obliquus superior (bedingt durch eine wenig umfangreiche Raddrehung oben nach links) genügen, in Beziehung auf Drehungen um die Sehaxe einer weit beträchtlicheren Spannung des Sehnerven Gleichgewicht zu halten. Obendrein wird in dieser Beziehung die Spannung des obliquus superior unterstützt durch die Spannungen der beiden andern gedehnten Muskeln. Diese zuletzt gefundene bedingte Gleichgewichtslage ist nun meiner Ansicht nach diejenige, welche das Auge in Wirklichkeit einnehmen wird.

Um noch einmal das Ergebniss vorstehender Betrachtung zusammenzufassen, könnten wir also die besondere Anwendung meines hypothetischen Principes auf die gedachte Richtung der Sehaxe nach oben und aussen, folgendergestalt aussprechen: Das Auge nimmt diejenige Drehstellung um die Richtung der Sehaxe ein, bei welcher die Spannungen der drei gedehnten Muskeln der Spannung des Sehnerven Gleichgewicht halten in Beziehung auf Drehung um die Sehaxe. Das resultirende Moment dieser vier Spannungen um eine zur Sehrichtung senkrechte Axe wird aufgewogen durch active Anstrengung der drei nicht gedehnten Muskeln. Diese Anstrengung

ist kleiner als sie bei jeder andern Drehstellung sein würde, denn wenn ich zu einer solchen überginge durch Raddrehung oben nach links, so würde durch Ueberwiegen der Muskelspannung, wenn ich durch entgegengesetzte Raddrehung dazu überginge durch Ueberwiegen der Sehnervenspannung noch ein resultirendes Moment um die Sehaxe wach gerufen, dessen Aequilibrirung der activen Anstrengung der drei nicht contrahirten Muskeln zur Last fiele.

Es ist leicht, unsere Betrachtungen zu verallgemeinern und namentlich auch auf die Fälle auszudehnen, wo statt des superior der obliquus inferior gedehnt ist. Es springt alsdann die Bedeutung der mm. obliqui deutlich in die Augen. Sie sind gewissermassen dazu bestimmt, den Sehnerven im Zaume zu halten. Es wäre ohne die mm. obliqui — d. h. ohne ein Muskelpaar, dessen Momentaxen nahezu mit der Sehaxe zusammen fallen — ganz unmöglich, die Sehaxe schräg zu richten, ohne dass das Auge ausserordentlich umfangreiche Raddrehungen erlitte. Hier ist es nun, wo die oben (S. 207) bei Vergleichung meiner Messungen mit den Ruete'schen gemachte Bemerkung Bedeutung gewinnt. Ich sehe nämlich in dem Umstande, dass bei meinem Auge der erste Meridian immer oben stärker nach rechts geneigt ist als bei Ruete's Auge, nichts anderes als den mechanischen Ausdruck eines besonderen anatomischen Verhältnisses. An meinem Auge wird nämlich der obliquus superior sich mit grösseren elastischen Kräften der Drehung widersetzen, sei es, dass er (sein musculöser Theil) kürzer, sei es, dass er dicker ist, als an Ruete's Auge. Er muss alsdann nach unserem Principe allemal das Auge im Sinne seiner Wirkung d. h. eben oben nach rechts weiter herumziehen, bis es sich mit der Spannung des Sehnerven ins Gleichgewicht gesetzt hat.

Dass die Resultate unserer sowie auch der Meissner'schen und Ruete'schen Versuche dem Sinne nach mit dem hier entwickelten Principe übereinstimmen, ist leicht ersichtlich. Allemal ist die wirklich beobachtete Drehstellung weder die, wo bei der bestimmten Lage der Sehaxe der Sehnerv für sich, noch die, wo die gedehnten Muskeln die kleinste Zerrung erleiden, sondern sie liegt immer zwischen diesen beiden Ex-

trennen. So muss es aber nach unserem Principe sein, weil die Spannung des Sehnerven und die Spannung der gedehnten Muskeln immer in Beziehung auf Raddrehung in entgegengesetztem Sinne wirken.

Ich habe aus leicht begreiflichen Gründen gar nicht versucht, die vorstehenden Betrachtungen allgemein mathematisch zu formuliren und die Forderungen der Theorie mit der Beobachtung quantitativ zu vergleichen. Gleichwohl habe ich die Mühe nicht gescheut, einen einzelnen Fall mit numerischer Rechnung zu verfolgen. Ich wählte die No. II,10 meiner Versuche ohne besondere Gründe, nur um eine in Azimuth und Höhe ziemlich weit von der ursprünglichen entfernte Richtung der Sehaxe zu haben. Ich legte der Rechnung die zu Ruete's neuem Ophthalmotrop benutzten Coordinaten der Muskelursprünge und Ansätze und der Eintrittsstelle des Sehnerven zu Grunde. Um die ohnehin nur schematische und auf mehr oder weniger willkürlichen Voraussetzungen ruhende Rechnung nicht unnöthigerweise zu compliciren, erlaubte ich mir noch eine Vereinfachung. Ich reducirte die Ursprünge der vier recti auf einen Punkt, dessen Coordinaten je den arithmetischen Mitteln aus den entsprechenden vier Ruete'schen Coordinaten gleich gesetzt wurden. In denselben Punkt wurde die Eintrittsstelle des Sehnerven in die Augenhöhle gesetzt. Ich will die Zugkräfte der 6 Augenmuskeln in der Reihenfolge rectus superior, rectus inferior, rectus externus, rectus internus, obliquus superior, obliquus inferior bezeichnen durch P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6. Die Zugkraft des Sehnerven will ich bezeichnen durch N. Wenn man noch das Perpendikel vom Augenmittelpunkt auf die verlängerte Richtung des Sehnerven ausgedrückt in Theilen des Augapfelhalbmessers mit r bezeichnet, so ergab die unter den gemachten Voraussetzungen geführte Rechnung, dass in meiner Augenstellung II,10 Gleichgewicht herrscht, wenn man hat

$$\left.\begin{aligned} P_1 &= +1{,}07\,P_2 - 0{,}50\,P_4 + 0{,}28\,P_5 + 0{,}83\,.\,r\,N \\ P_3 &= -0{,}48\,P_2 + 1{,}07\,P_4 - 0{,}64\,P_5 + 0{,}36\,.\,r\,N \\ P_6 &= -0\,.\,P_2 - 0\,.\,P_4 + 0{,}79\,P_5 - 0\,.\,r\,N\,*) \end{aligned}\right\} A,1.$$

*) Das Vorzeichen vor den Gliedern mit dem Faktor Null hat insofern seine Bedeutung, als es sich auf die 3. Decimalstelle bezieht, die im Verlaufe der Rechnung noch mitberücksichtigt wurde.

Von der Lage II,10 ging ich nun zu zwei fingirten Lagen über mit derselben Richtung der Sehaxe, aber mit andern Drehstellungen, so zwar, dass die Lage II,10 zwischen den beiden fingirten gerade in der Mitte lag. Ich ging von der Lage II,10 um 8^0, $6'$ nach der einen und nach der andern Seite. Wäre also die eine oder die andere von diesen fingirten Lagen die zu der betreffenden Sehaxenrichtung gehörige in Wirklichkeit gewesen, so hätte der Drehwinkel D in Versuch II,10 (siehe Tabelle S. 204) entweder $+13^0$, $6'$ oder -3^0, $6'$ statt $+5^0$ betragen müssen. Die Wahl gerade dieser Winkel geschah darum, weil 8^0, $6'$ der grösste Winkel ist, dessen Cosinus sich um weniger als $\frac{1}{100}$ von der Einheit und dessen Sinus sich um weniger als $\frac{1}{100}$ vom zugehörigen Bogen unterscheidet. Hätte ich einen grösseren Winkelabstand der fingirten Lagen von der wirklichen gewählt, so hätte ich mir bei einer Rechnung auf 2 Decimalstellen die Vereinfachungen nicht erlauben dürfen, die ich mir erlauben wollte. Für die erste der fingirten Lagen, welche entstanden wäre aus der wirklichen durch Drehung des Auges um die Sehaxe oben nach rechts, der also ein Winkel $D = 13^0$, $6'$ entsprechen würde, ergab die Rechnung

$$\left.\begin{aligned} P_1 &= +1{,}06\,P_2 - 0{,}+52\,P_4 + 0{,}40\,P_5 + 0{,}75\,.\,r\,N \\ P_3 &= -0{,}57\,P_2 + 1{,}07\,P_4 - 0{,}73\,P_5 + 0{,}44\,.\,r\,N \\ P_6 &= +0\,.\,P_2 - 0\,.\,P_4 + 0{,}75\,P_5 - 0\,.\,r\,N \end{aligned}\right\} \text{A,2}$$

wenn Gleichgewicht bestehen soll. Für die zweite fingirte Lage ergeben sich als Gleichgewichtsbedingungen die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} P_1 &= +1{,}08\,P_2 - 0{,}51\,P_4 + 0{,}21\,P_5 + 0{,}88\,.\,r\,N \\ P_3 &= -0{,}37\,P_2 + 1{,}08\,P_4 - 0{,}56\,P_5 + 0{,}25\,.\,r\,N \\ P_6 &= +0\,P_2 - 0\,.\,P_4 + 0{,}82\,P_5 - 0\,.\,r\,N \end{aligned}\right\} \text{A,3.}$$

Um nun zu sehen, ob in der That die wirkliche Drehstellung unter allen möglichen ein Minimum von Anstrengung zu ihrer Erhaltung erfordert, muss man mit den vorstehenden Gleichungen noch einige Umformungen vornehmen, zu deren Ausführung die Kenntniss einiger anderen Grössen nothwendig ist, welche leider zum Theil durch willkürliche Annahmen ersetzt werden muss. Wir dürfen wohl vor Allem ungescheut unterstellen, dass die drei gedehnten Muskeln,

rectus inferior, rectus internus und obliquus superior, sich nicht im Erregungszustande befinden und dass daher die Gesammtanstrengung bloss von den 3 übrigen herrührt, so dass dieselbe $= P_1 + P_3 + P_6$ zu setzen ist. Die Dehnungsgrösse der 3 gedehnten Muskeln und des Sehnerven kann gefunden werden, wenn man als natürliche Länge irgend eine festsetzt; ich habe angenommen, die natürliche Länge sei diejenige, welche diese Gebilde haben, wenn die Sehaxe gerade aus nach vorn gerichtet ist. Ebenso kann die Grösse r in jedem Falle ermittelt werden. Die Grössen P auf der rechten Seite des Gleichheitszeichens in unseren Gleichungen lassen sich demnach darstellen unter der Form $P = d.\ p.\ m$, wo d die numerisch bekannte Dehnung, m ein allein von der Natur der Muskelsubstanz abhängiger, ihre Elasticität messender, also für die verschiedenen Muskeln gleichzusetzender*) Factor ist; p wäre ein von der Form des einzelnen Muskels abhängiger Factor in erster Annäherung dem Querschnitt direct, der natürlichen Länge verkehrt proportional anzunehmen. Die Grösse N braucht nur in 2 Factoren d n zerlegt zu werden, wo n eine von Form und Substanz des Sehnerven gleichzeitig abhängige, die Elasticität messende Grösse, d die bekannte Dehnung bedeutet. Führt man die numerischen Werthe für d und r in die Gleichungen ein und bildet die Summen, so hat man für die wirklich beobachtete Augenstellung (II,10)

$$P_1+P_3+P_6=(3{,}19\ .\ p_2+1{,}37\ .\ p_4+1{,}25\ .\ p_5)\ m+2{,}22\ .\ n\ ,\ \ldots\ B,1,$$

für die erste fingirte

$$P_1+P_3+P_6=(2{,}45\ .\ p_2+1{,}65\ .\ p_4+0{,}76\ .\ p_5)\ m+3{,}11\ .\ n\ ,\ \ldots\ B,2,$$

für die zweite fingirte

$$P_1+P_3+P_6=(4{,}05\ .\ p_2+0{,}97\ p_4+2{,}07\ .\ p_5)\ m+1{,}79\ .\ n\ ,\ \ldots\ B,3.$$

Man sieht sofort in vorstehenden drei Gleichungen, ohne dass man die Werthe von p_2, p_4 und p_5 numerisch zu kennen brauchte, die Bestätigung eines Theiles der oben geführten Betrachtungen. Die Grössen p können jedenfalls nicht sehr von einander verschieden sein, es muss also der Coefficient von m in der zweiten Gleichung

*) Wenn auch vielleicht nicht ganz streng genommen.

kleiner, in der dritten grösser sein als in der ersten. Umgekehrt ist der Coefficient von n in der zweiten Gleichung grösser, in der dritten kleiner als in der ersten. Das heisst aber mit anderen Worten: Wenn wir von der wirklichen Drehstellung zu einer andern durch Raddrehung oben nach rechts übergehen, so fällt den zur Erhaltung der neuen Stellung activ thätigen Muskeln die Spannung der gedehnten Muskeln weniger, dagegen die Sehnervenspannung in höherem Grade zur Last, als in der ersten. Gehen wir durch Raddrehung in entgegengesetztem Sinne von der wirklichen Stellung aus zu einer neuen über, so wird in der zur Erhaltung derselben nothwendigen gesammten activen Anstrengung der Summand grösser als bei der Ausgangsstellung, welcher von der Spannung der gedehnten Muskeln abhängt, dagegen der, welcher von der Sehnervenspannung abhängt, kleiner. In der That ist aber diese Beziehung der wirklichen Drehstellung zu zwei benachbarten, zwischen denen sie mitten inne liegt, eine von denjenigen, welche unser hypothetisches Princip von der wirklichen Drehstellung verlangt.

Auf den ersten Blick scheinen ferner unsere drei Gleichungen die aufgestellte Hypothese ganz vollständig zu bestätigen, d. h. sie scheinen auszusagen, dass die gesammte active Muskelanstrengung ($P_1 + P_3 + P_6$) für die wirkliche Stellung kleiner ist, als für die beiden fingirten. Macht man nämlich die Annahme, dass die Coefficienten p_2, p_4, p_5 untereinander gleich seien $= p$, und nimmt man ferner an, dass $pm = \frac{1}{2}n$ sei, d. h. dass für jedes Millimeter Dehnung der Sehnerv doppelt so grosse Spannung entwickelt, als einer der Muskeln, so ergiebt sich für die wirkliche Stellung die Gesammtanstrengung

$$P_1 + P_3 + P_6 = 10{,}25 \,.\, pm,$$

für die erste fingirte

$$P_1 + P_3 + P_6 = 11{,}08 \,.\, pm,$$

für die zweite fingirte

$$P_1 + P_3 + P_6 = 10{,}57 \,.\, pm.$$

Die zur Erhaltung der wirklich beobachteten Stellung erforderlichen Gesammtanstrengung erscheint also unter diesen Annahmen

in der That als ein Minimum, wenn die Richtung der Sehaxe dieselbe bleiben soll und nur die Raddrehung veränderlich gedacht wird.

So plausibel auch die hier gemachten Annahmen an sich sind, so zeigt sich doch leider, dass sie mit den übrigen Grundlagen unserer Rechnung unvereinbar sind. Unter ihnen nämlich würde P_3 in den Gleichungen A einen negativen Werth bekommen, was offenbar nicht sein darf. Ich darf nicht verschweigen, dass man unter der Bedingung $P_3 > 0$ über die Grössen p und n gar nicht so disponiren kann, dass $P_1 + P_3 + P_6$ für die 2. fingirte Stellung grösser wird als für die wirklich beobachtete. Gleichwohl glaubte ich keineswegs in diesem unerwünschten Resultate einer eigentlich doch nur beispielsweise durchgeführten Rechnung eine Widerlegung meines a priori gewiss überaus wahrscheinlichen Principes der Augenstellungen sehen zu müssen. Ich bin vielmehr der festen Ueberzeugung, dass lediglich eine unglückliche Wahl der ursprünglich in die Rechnung eingeführten Zahlwerthe der Coordinaten der Muskelursprünge und Ansätze daran schuld ist, dass das Resultat der Rechnung die Hypothese nicht vollständig bestätigt. In dieser Ueberzeugung bestärkten mich gerade die numerischen Einzelheiten der ungünstigen Resultate, die deshalb hier noch kurz erwähnt werden mögen. Disponiren wir über die Grössen p und n folgendermassen: Da der rectus inferior länger, der obliquus superior dünner ist als der rectus internus, so dürfte p_2 und p_5 kleiner angenommen werden als p_4. Wir wollen beispielsweise $p_4 = p$ und $p_2 = p_5 = 0{,}7 \cdot p$ setzen. Es muss alsdann n mindestens $= 3{,}4 \cdot p$ angenommen werden, wenn der Werth von P_3 in keiner der 3 Stellungen < 0 werden soll. Setzen wir $n = 3{,}4 \cdot p$ so ergiebt sich hier die wirkliche Augenstellung

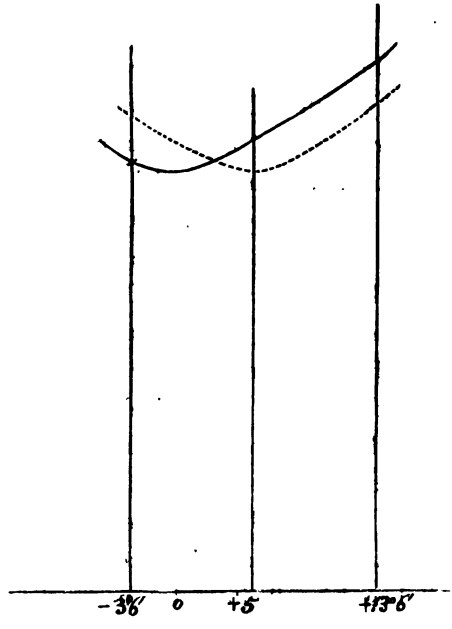
$$P_1 + P_3 + P_6 = 12{,}01 \cdot pm,$$

für die erste fingirte

$$P_1 + P_3 + P_6 = 13{,}97 \cdot pm,$$

für die zweite fingirte

$$P_1 + P_3 + P_6 = 11{,}33 \cdot pm.$$



Stellen wir das Resultat graphisch dar, wie es in beistehender Figur geschehen ist. Die Abscissen messen die Drehstellung um die festgedachte Schaxe, ausgedrückt durch den oben mit D bezeichneten Winkel. Die Ordinaten bedeuten die Summe der activen Anstrengungen, welche zur Erhaltung der durch die zugehörige Abscisse charakterisirten Stellung erforderlich sind. Die Curve, deren Ordinaten so die Anstrengung als Function der Drehstellung darstellen, dürfte sich etwa den drei berechneten Werthen zufolge ausnehmen, wie die ausgezogene in der Figur. Das hiesse also, unter den (immerhin einigermassen willkürlichen) der Rechnung zu Grunde gelegten Annahmen fällt die Stellung minimaler Anstrengung nicht genau mit der wirklich beobachteten zusammen. Sie wäre vielleicht die durch $D = 0$ gegebene. Es wird nicht geleugnet werden können, dass kleine keineswegs ausser dem Bereich der Möglichkeit liegende Veränderungen der Grundannahmen unsere Curve ein wenig hätten verschieben können, so dass sie die Lage der punktirten Linie in der Figur bekommen hätte, welche sie nach unserem hypothetischen Principe haben müsste.

Ich habe mich übrigens nicht der unsäglichen Mühe unterziehen mögen, die Rechnung aufs Gerathewohl noch einige Male mit anderen Coordinatenwerthen der Muskelursprünge und Ansätze zu wieder-

holen, weil doch keine Garantie vorhanden ist, dass man sich in der einen oder anderen Richtung den wahren Werthen mehr annähert. Ich glaube übrigens, die vorstehende Betrachtung ist geeignet, den scheinbaren Widerspruch der Rechnung gegen die aufgestellte Hypothese zu heben.

XIV.

Ueber die reducirenden Eigenschaften des Harns gesunder Menschen.

Von

Ernst Brücke*).

Man hat bisher allgemein angenommen, der Harn gesunder Menschen enthalte keinen Zucker, weil er weder mit Hefe versetzt die Alkoholgährung eingeht, noch die Polarisationsebene dreht, noch bei der Trommer'schen Zuckerprobe einen rothen oder gelben Niederschlag von Kupferoxydul oder Oxydulhydrat hervorbringt.

Durch die Gährung oder den Polarisationsapparat kann man bekanntlich nur einigermassen bedeutende Mengen von Zucker nachweisen, sehr kleine durfte man nur noch durch die Trommer'sche Probe zu entdecken hoffen; der Schluss also, dass im Harn gesunder Menschen gar kein Zucker sei, stützte sich wesentlich auf das negative Resultat der letzteren.

Man hat aber auch verschiedene andere Mittel empfohlen, um kleine Mengen von Zucker im Harn zu entdecken. Da sich Traubenzucker mit Kali bräunt, so hat Heller vorgeschlagen, den zu untersuchenden Urin mit Aetzkali zu versetzen und dann zu erwärmen. Wenn er sich bräunt, schliesst man auf Zucker. Stellt man diesen Versuch mit dem Urin gesunder Menschen an, so wird man bemerken, dass es kaum einen solchen giebt, der sich nicht etwas bräunte.

---

*) Aus dem XXVIII. Bande der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

Um sich hiervon zu überzeugen, füllt man ein Reagirglas mit Urin und Aetzkali- oder Aetznatronlösung, mischt durch Umgiessen in ein anderes gleich weites Reagirglas und theilt die Flüssigkeit dann so ein, dass sich die Hälfte in dem einen, die andere Hälfte in dem andern Glase befindet.

Man erwärmt sofort das eine langsam, etwa bis sich die ersten Zeichen des beginnenden Siedens einstellen, und vergleicht es dann mit dem anderen; man wird stets finden, dass es intensiver gefärbt ist. Um sich zu überzeugen, dass der Farbenunterschied nicht etwa von der Temperatur abhängt, kühlt man das Glas in Wasser. Die Differenz nimmt nicht ab; sie bleibt sich gleich oder nimmt noch zu. Diese Differenz ist freilich nicht der Art wie beim Diabetischen, dessen Urin aus blassem Strohgelb in tiefes Braun übergeht, aber sie ist immerhin merklich und oft bedeutend.

Prof. Böttger hat in neuerer Zeit eine Zuckerprobe vorgeschlagen, welche darin besteht, dass man die zu untersuchende Flüssigkeit mit Kali versetzt, basisch salpetersaures Wismuthoxyd hinzumischt und kocht. Ist Zucker darin, so oxydirt sich dieser unter dem Einfluss des Kali und reducirt dabei das weisse Wismuthsalz zu schwarzem Wismuthpulver.

Wenn man diese Probe mit dem Urine ganz gesunder Menschen anstellt, so wird man wiederum kaum jemals einen solchen finden, bei dem sich das Wismuthsalz nicht mehr oder weniger dunkel färbte, besonders wenn man das Erwärmen nicht zu kurze Zeit fortsetzt und die Probe auch noch eine Weile nachher beobachtet, indem sich aus der Flüssigkeit beim Erkalten oft langsam schwarzes Wismuth herabsenkt.

Die Flüssigkeit selbst erscheint dabei dunkler, fast wie Rauchtopas, und auf dem grauen Bodensatze lagert sich nach und nach eine dünne, sammtschwarze Schicht ab.

Man könnte glauben, die Schwärzung rühre von Schwefelverbindungen im Urin her, welche den Schwefel im unoxydirten Zustande enthalten.

Man kann sich in jedem einzelnen Falle durch einen leichten Gegenversuch überzeugen, ob dies der Fall sei. Man mische zu dem mit Kali versetzten Urine statt des Wismuthsalzes etwas Mennige oder feingepulverte Bleiglätte und koche dann. Man wird finden, dass sich in der Regel, wenn kein Eiweiss zugegen ist, die Flüssigkeit nicht schwärzt und sich keine Flocken von Schwefelblei abscheiden. Die Schwärzung des Wismuthsalzes rührt also nicht von Schwefelwismuth, sondern von Wismuthmetall her.

Wenn aber hier eine Reduction stattfindet, warum reducirt denn der Harn gesunder Menschen bei der bekannten Trommer'schen Zuckerprobe nicht auch Kupferoxyd zu Kupferoxydul? Die Antwort auf diese Frage lautet, dass eine solche Reduction in der That stattfindet, dass nur kein rother Niederschlag entsteht, weil die Fällung des Oxyduls durch einen andern Körper verhindert wird.

Um sich hiervon zu überzeugen, stelle man folgenden Versuch an. Man versetze den Urin eines gesunden Menschen mit Kali und füge dann so viel von einer verdünnten Kupfervitriollösung hinzu, dass die Flüssigkeit deutlich blau oder blaugrün gefärbt ist, nicht mehr; dann erwärme man. Man wird bemerken, dass die blaue oder blaugrüne Farbe verschwindet und der gelben oder braunen Platz macht. Nun giesse man die Hälfte der Flüssigkeit in eine Abrauchschale und schwinge sie darin herum, so dass sie noch Sauerstoff aus der Luft absorbiren kann, und man wird bemerken, dass sie sich mehr und mehr grün färbt. Um die Grösse der Farbenveränderung zu beurtheilen, giesst man die Flüssigkeit wieder in ein Reagirglas und vergleicht sie mit der anderen Hälfte der Probe; diese ist nach wie vor gelb, wenn man sie aber längere Zeit an der Luft stehen lässt, so färbt sie sich erst oberflächlich und endlich in der ganzen Masse grün. Die Ursache dieser Erscheinung ist, wie Jeder leicht einsehen wird, die, dass eine Oxydullösung sich zu Oxydlösung oxydirt, diese letztere ist an sich blau und giebt mit dem durch die Einwirkung des Kali vertieften Gelb des Harns grün.

Wenn der Harn mit Kali erwärmt wird, so zeigt schon der Geruch, dass sich Ammoniak entwickelt, und ein mit Salzsäure be-

feuchteter Glasstab giebt, in die Oeffnung des Reagirglases eingesenkt, dicken Salmiaknebel. Es liegt also nahe, anzunehmen, dass das im Harn fertig gebildete und das durch Einwirkung von Kali auf andere Substanzen erzeugte Ammoniak das Oxydul in Lösung erhält. Wenn man zu einer verdünnten Kalilösung wenig Zucker und eine ziemliche Menge Ammoniak hinzusetzt und die Flüssigkeit durch Zusatz von einigen Tropfen Kupfervitriollösung bläut, so kann man sie durch Erwärmen entfärben, ohne dass sich Oxydul ausscheidet, und lässt man dann die farblose oder vielmehr schwach gelbliche Flüssigkeit Sauerstoff absorbiren, so färbt sie sich wieder blau.

Es zeigt dies zunächst, dass das negative Resultat der Trommer'schen Probe uns nicht berechtigt, das Nichtvorhandensein von Zucker im Urin zu behaupten.

Auch wenn die Ausscheidung von Oxydul oder Oxydulhydrat nicht ganz ausbleibt, können die übrigen Bestandtheile des Harns doch das Aussehen der Probe beträchtlich verändern.

Oft stösst man auf Harn, der sich bei der Trommer'schen Probe mehr oder weniger stark trübt, aber weder das rothe Sediment von Kupferoxydul, noch das schön gelbe von Oxydulhydrat giebt. Die Trübung ist gleichmässig durch die ganze Masse verbreitet und diese bietet bald ein grünlich-graues, bald ein lehmfarbenes, bald ein schmutzig-gelbes Ansehen dar. Während von der Oberfläche mehr oder weniger von einem grünlichen Lichte zerstreut wird, erscheint die Flüssigkeit im durchfallenden Strahle in der Regel gelb. Da diese Erscheinungen weder die gewöhnlichen der mit Erfolg angestellten Zuckerprobe, noch die des normalen Urins sind, so findet man sie mitunter als zweifelhaftes Resultat der Trommer'schen Probe citirt.

Ich habe sie in allen ihren Abstufungen hervorgebracht, indem ich verschiedenen Proben von normalem Urin kleine Mengen von diabetischem hinzusetzte.

Es stellt sich nun die weitere Frage, ob die reducirende Substanz des normalen Urins Zucker sei.

Die tiefere Färbung, welche der Urin durch Kochen mit Kali annimmt, kann für sich allein wohl nicht als ausreichender Beweis dafür angesehen werden und eben so wenig möchte ich mir nach dem Geruche der mit Kali gekochten Flüssigkeit ein Urtheil zutrauen. Andererseits müssen wir zugeben, dass das Vorkommen kleiner Mengen von Zucker im Urin keineswegs unwahrscheinlich ist, ja wir kennen jetzt zweierlei Quellen, aus denen er möglicher Weise, herstammen kann. Erstens kann er fertig gebildet aus dem Blute in den Urin übergehen und zweitens könnte er vielleicht im Harne selbst durch langsame Zersetzung aus Herrn Edward Schunck's indigobildender Substanz entstehen *). In der That begegnen wir in der Literatur einer Menge von Angaben, nach denen Zucker im Harn enthalten war nicht nur bei diabetischen, sondern auch bei anderen Individuen nach Resorption einer reichlichen Mahlzeit, nach einem epileptischen Anfalle, nach Chloroform- oder Aether-Narkose während der Schwangerschaft, während des Säugens, oder nach Unterdrückung der Milchsecretion etc.; aber eben so oft ist auch diesen Angaben widersprochen worden und die Fragen sind unentschieden geblieben, meistens weil, wie wir oben gesehen haben, die Beweismittel, welche man auf beiden Seiten in Händen hielt, kein volles Vertrauen verdienten. Besonders erwähnen will ich hier den

*) Man erhält dieselbe an Bleioxyd gebunden nach Herrn Schunck's Vorschrift, wenn man den mit basisch-essigsaurem Blei rein ausgefällten und filtrirten Harn mit Ammoniak versetzt und den dadurch entstehenden Niederschlag auf dem Filtrum sammelt. Zersetzte ich diesen Niederschlag mit Salzsäure, welche 220 Grammen ClH im Litre enthielt, so setzte sich auf der vom Chlorblei abfiltrirten dunkel gefärbten Flüssigkeit ein Häutchen von Indigo ab, ganz so, wie es Herr Schunck beschreibt; wenn ich aber den Niederschlag mit einer kalten verdünnten Lösung von Oxalsäure zersetzte, so erhielt ich eine sehr blassgelbe Flüssigkeit, die gleich frisch untersucht, Zuckerreactionen gab, d. h. sie färbte sich mit Kali dunkler gelb, schwärzte das basisch-salpetersaure Wismuthoxyd und reducirte aus Kupferlösungen in der Wärme eine kleine Menge schön rothen Oxydul. Wurde dagegen der Niederschlag in Wasser aufgeschlemmt und mittelst Schwefelwasserstoffgas zersetzt, so liess sich vom Schwefelblei eine ganz farblose Flüssigkeit abfiltriren, die sich beim Concentriren auf dem Wasserbade grau-röthlich, fast violet färbte und in diesem Zustande reichliche Mengen von Kupferoxyd reducirte.

XIV.

Ueber die reducirenden Eigenschaften des Harns gesunder Menschen.

Von

Ernst Brücke*).

Man hat bisher allgemein angenommen, der Harn gesunder Menschen enthalte keinen Zucker, weil er weder mit Hefe versetzt die Alkoholgährung eingeht, noch die Polarisationsebene dreht, noch bei der Trommer'schen Zuckerprobe einen rothen oder gelben Niederschlag von Kupferoxydul oder Oxydulhydrat hervorbringt.

Durch die Gährung oder den Polarisationsapparat kann man bekanntlich nur einigermassen bedeutende Mengen von Zucker nachweisen, sehr kleine durfte man nur noch durch die Trommer'sche Probe zu entdecken hoffen; der Schluss also, dass im Harn gesunder Menschen gar kein Zucker sei, stützte sich wesentlich auf das negative Resultat der letzteren.

Man hat aber auch verschiedene andere Mittel empfohlen, um kleine Mengen von Zucker im Harn zu entdecken. Da sich Traubenzucker mit Kali bräunt, so hat Heller vorgeschlagen, den zu untersuchenden Urin mit Aetzkali zu versetzen und dann zu erwärmen. Wenn er sich bräunt, schliesst man auf Zucker. Stellt man diesen Versuch mit dem Urin gesunder Menschen an, so wird man bemerken, dass es kaum einen solchen giebt, der sich nicht etwas bräunte.

---

*) Aus dem XXVIII. Bande der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

kleiner, in der dritten grösser sein als in der ersten. Umgekehrt ist der Coefficient von n in der zweiten Gleichung grösser, in der dritten kleiner als in der ersten. Das heisst aber mit anderen Worten: Wenn wir von der wirklichen Drehstellung zu einer andern durch Raddrehung oben nach rechts übergehen, so fällt den zur Erhaltung der neuen Stellung activ thätigen Muskeln die Spannung der gedehnten Muskeln weniger, dagegen die Sehnervenspannung in höherem Grade zur Last, als in der ersten. Gehen wir durch Raddrehung in entgegengesetztem Sinne von der wirklichen Stellung aus zu einer neuen über, so wird in der zur Erhaltung derselben nothwendigen gesammten activen Anstrengung der Summand grösser als bei der Ausgangsstellung, welcher von der Spannung der gedehnten Muskeln abhängt, dagegen der, welcher von der Sehnervenspannung abhängt, kleiner. In der That ist aber diese Beziehung der wirklichen Drehstellung zu zwei benachbarten, zwischen denen sie mitten inne liegt, eine von denjenigen, welche unser hypothetisches Princip von der wirklichen Drehstellung verlangt.

Auf den ersten Blick scheinen ferner unsere drei Gleichungen die aufgestellte Hypothese ganz vollständig zu bestätigen, d. h. sie scheinen auszusagen, dass die gesammte active Muskelanstrengung ($P_1 + P_3 + P_6$) für die wirkliche Stellung kleiner ist, als für die beiden fingirten. Macht man nämlich die Annahme, dass die Coefficienten p_2, p_4, p_5 untereinander gleich seien $= p$, und nimmt man ferner an, dass $pm = \frac{1}{2}n$ sei, d. h. dass für jedes Millimeter Dehnung der Sehnerv doppelt so grosse Spannung entwickelt, als einer der Muskeln, so ergiebt sich für die wirkliche Stellung die Gesammtanstrengung

$$P_1 + P_3 + P_6 = 10{,}25 \,.\, pm,$$

für die erste fingirte

$$P_1 + P_3 + P_6 = 11{,}08 \,.\, pm,$$

für die zweite fingirte

$$P_1 + P_3 + P_6 = 10{,}57 \,.\, pm.$$

Die zur Erhaltung der wirklich beobachteten Stellung erforderlichen Gesammtanstrengung erscheint also unter diesen Annahmen

in der That als ein Minimum, wenn die Richtung der Sehaxe dieselbe bleiben soll und nur die Raddrehung veränderlich gedacht wird.

So plausibel auch die hier gemachten Annahmen an sich sind, so zeigt sich doch leider, dass sie mit den übrigen Grundlagen unserer Rechnung unvereinbar sind. Unter ihnen nämlich würde P_3 in den Gleichungen A einen negativen Werth bekommen, was offenbar nicht sein darf. Ich darf nicht verschweigen, dass man unter der Bedingung $P_3 > 0$ über die Grössen p und n gar nicht so disponiren kann, dass $P_1 + P_3 + P_6$ für die 2. fingirte Stellung grösser wird als für die wirklich beobachtete. Gleichwohl glaubte ich keineswegs in diesem unerwünschten Resultate einer eigentlich doch nur beispielsweise durchgeführten Rechnung eine Widerlegung meines a priori gewiss überaus wahrscheinlichen Principes der Augenstellungen sehen zu müssen. Ich bin vielmehr der festen Ueberzeugung, dass lediglich eine unglückliche Wahl der ursprünglich in die Rechnung eingeführten Zahlwerthe der Coordinaten der Muskelursprünge und Ansätze daran schuld ist, dass das Resultat der Rechnung die Hypothese nicht vollständig bestätigt. In dieser Ueberzeugung bestärkten mich gerade die numerischen Einzelheiten der ungünstigen Resultate, die deshalb hier noch kurz erwähnt werden mögen. Disponiren wir über die Grössen p und n folgendermassen: Da der rectus inferior länger, der obliquus superior dünner ist als der rectus internus, so dürfte p_2 und p_5 kleiner angenommen werden als p_4. Wir wollen beispielsweise $p_4 = p$ und $p_2 = p_5 = 0{,}7 \cdot p$ setzen. Es muss alsdann n mindestens $= 3{,}4 \cdot p$ angenommen werden, wenn der Werth von P_3 in keiner der 3 Stellungen < 0 werden soll. Setzen wir $n = 3{,}4 \cdot p$ so ergiebt sich hier die wirkliche Augenstellung

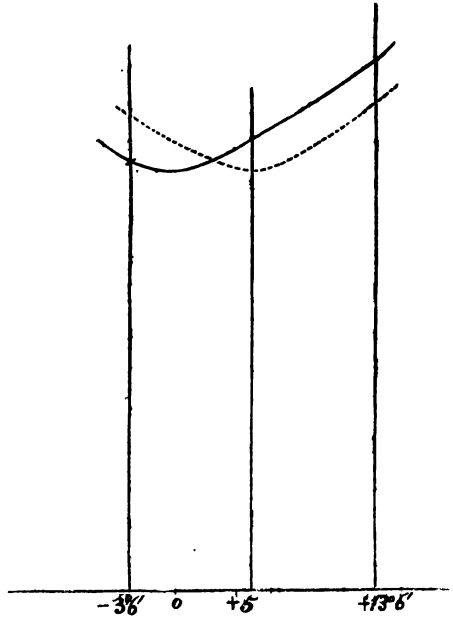
$$P_1 + P_3 + P_6 = 12{,}01 \cdot pm,$$

für die erste fingirte

$$P_1 + P_3 + P_6 = 13{,}97 \cdot pm,$$

für die zweite fingirte

$$P_1 + P_3 + P_6 = 11{,}33 \cdot pm.$$



Stellen wir das Resultat graphisch dar, wie es in beistehender Figur geschehen ist. Die Abscissen messen die Drehstellung um die festgedachte Sehaxe, ausgedrückt durch den oben mit D bezeichneten Winkel. Die Ordinaten bedeuten die Summe der activen Anstrengungen, welche zur Erhaltung der durch die zugehörige Abscisse charakterisirten Stellung erforderlich sind. Die Curve, deren Ordinaten so die Anstrengung als Function der Drehstellung darstellen, dürfte sich etwa den drei berechneten Werthen zufolge ausnehmen, wie die ausgezogene in der Figur. Das hiesse also, unter den (immerhin einigermassen willkürlichen) der Rechnung zu Grunde gelegten Annahmen fällt die Stellung minimaler Anstrengung nicht genau mit der wirklich beobachteten zusammen. Sie wäre vielleicht die durch $D = 0$ gegebene. Es wird nicht geleugnet werden können, dass kleine keineswegs ausser dem Bereich der Möglichkeit liegende Veränderungen der Grundannahmen unsere Curve ein wenig hätten verschieben können, so dass sie die Lage der punktirten Linie in der Figur bekommen hätte, welche sie nach unserem hypothetischen Principe haben müsste.

Ich habe mich übrigens nicht der unsäglichen Mühe unterziehen mögen, die Rechnung aufs Gerathewohl noch einige Male mit anderen Coordinatenwerthen der Muskelursprünge und Ansätze zu wieder-

holen, weil doch keine Garantie vorhanden ist, dass man sich in der einen oder anderen Richtung den wahren Werthen mehr annähert. Ich glaube übrigens, die vorstehende Betrachtung ist geeignet, den scheinbaren Widerspruch der Rechnung gegen die aufgestellte Hypothese zu heben.

XIV.

Ueber die reducirenden Eigenschaften des Harns gesunder Menschen.

Von

Ernst Brücke*).

Man hat bisher allgemein angenommen, der Harn gesunder Menschen enthalte keinen Zucker, weil er weder mit Hefe versetzt die Alkoholgährung eingeht, noch die Polarisationsebene dreht, noch bei der Trommer'schen Zuckerprobe einen rothen oder gelben Niederschlag von Kupferoxydul oder Oxydulhydrat hervorbringt.

Durch die Gährung oder den Polarisationsapparat kann man bekanntlich nur einigermassen bedeutende Mengen von Zucker nachweisen, sehr kleine durfte man nur noch durch die Trommer'sche Probe zu entdecken hoffen; der Schluss also, dass im Harn gesunder Menschen gar kein Zucker sei, stützte sich wesentlich auf das negative Resultat der letzteren.

Man hat aber auch verschiedene andere Mittel empfohlen, um kleine Mengen von Zucker im Harn zu entdecken. Da sich Traubenzucker mit Kali bräunt, so hat Heller vorgeschlagen, den zu untersuchenden Urin mit Aetzkali zu versetzen und dann zu erwärmen. Wenn er sich bräunt, schliesst man auf Zucker. Stellt man diesen Versuch mit dem Urin gesunder Menschen an, so wird man bemerken, dass es kaum einen solchen giebt, der sich nicht etwas bräunte.

---

*) Aus dem XXVIII. Bande der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

Um sich hiervon zu überzeugen, füllt man ein Reagirglas mit Urin und Aetzkali- oder Aetznatronlösung, mischt durch Umgiessen in ein anderes gleich weites Reagirglas und theilt die Flüssigkeit dann so ein, dass sich die Hälfte in dem einen, die andere Hälfte in dem andern Glase befindet.

Man erwärmt sofort das eine langsam, etwa bis sich die ersten Zeichen des beginnenden Siedens einstellen, und vergleicht es dann mit dem anderen; man wird stets finden, dass es intensiver gefärbt ist. Um sich zu überzeugen, dass der Farbenunterschied nicht etwa von der Temperatur abhängt, kühlt man das Glas in Wasser. Die Differenz nimmt nicht ab; sie bleibt sich gleich oder nimmt noch zu. Diese Differenz ist freilich nicht der Art wie beim Diabetischen, dessen Urin aus blassem Strohgelb in tiefes Braun übergeht, aber sie ist immerhin merklich und oft bedeutend.

Prof. Böttger hat in neuerer Zeit eine Zuckerprobe vorgeschlagen, welche darin besteht, dass man die zu untersuchende Flüssigkeit mit Kali versetzt, basisch salpetersaures Wismuthoxyd hinzumischt und kocht. Ist Zucker darin, so oxydirt sich dieser unter dem Einfluss des Kali und reducirt dabei das weisse Wismuthsalz zu schwarzem Wismuthpulver.

Wenn man diese Probe mit dem Urine ganz gesunder Menschen anstellt, so wird man wiederum kaum jemals einen solchen finden, bei dem sich das Wismuthsalz nicht mehr oder weniger dunkel färbte, besonders wenn man das Erwärmen nicht zu kurze Zeit fortsetzt und die Probe auch noch eine Weile nachher beobachtet, indem sich aus der Flüssigkeit beim Erkalten oft langsam schwarzes Wismuth herabsenkt.

Die Flüssigkeit selbst erscheint dabei dunkler, fast wie Rauchtopas, und auf dem grauen Bodensatze lagert sich nach und nach eine dünne, sammtschwarze Schicht ab.

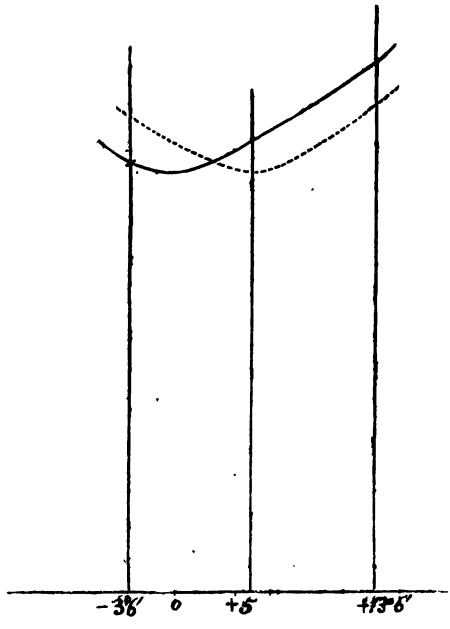
Man könnte glauben, die Schwärzung rühre von Schwefelverbindungen im Urin her, welche den Schwefel im unoxydirten Zustande enthalten.

Man kann sich in jedem einzelnen Falle durch einen leichten Gegenversuch überzeugen, ob dies der Fall sei. Man mische zu dem mit Kali versetzten Urine statt des Wismuthsalzes etwas Mennige oder feingepulverte Bleiglätte und koche dann. Man wird finden, dass sich in der Regel, wenn kein Eiweiss zugegen ist, die Flüssigkeit nicht schwärzt und sich keine Flocken von Schwefelblei abscheiden. Die Schwärzung des Wismuthsalzes rührt also nicht von Schwefelwismuth, sondern von Wismuthmetall her.

Wenn aber hier eine Reduction stattfindet, warum reducirt denn der Harn gesunder Menschen bei der bekannten Trommer'schen Zuckerprobe nicht auch Kupferoxyd zu Kupferoxydul? Die Antwort auf diese Frage lautet, dass eine solche Reduction in der That stattfindet, dass nur kein rother Niederschlag entsteht, weil die Fällung des Oxyduls durch einen andern Körper verhindert wird.

Um sich hiervon zu überzeugen, stelle man folgenden Versuch an. Man versetze den Urin eines gesunden Menschen mit Kali und füge dann so viel von einer verdünnten Kupfervitriollösung hinzu, dass die Flüssigkeit deutlich blau oder blaugrün gefärbt ist, nicht mehr; dann erwärme man. Man wird bemerken, dass die blaue oder blaugrüne Farbe verschwindet und der gelben oder braunen Platz macht. Nun giesse man die Hälfte der Flüssigkeit in eine Abrauchschale und schwinge sie darin herum, so dass sie noch Sauerstoff aus der Luft absorbiren kann, und man wird bemerken, dass sie sich mehr und mehr grün färbt. Um die Grösse der Farbenveränderung zu beurtheilen, giesst man die Flüssigkeit wieder in ein Reagirglas und vergleicht sie mit der anderen Hälfte der Probe; diese ist noch wie vor gelb, wenn man sie aber längere Zeit an der Luft stehen lässt, so färbt sie sich erst oberflächlich und endlich in der ganzen Masse grün. Die Ursache dieser Erscheinung ist, wie Jeder leicht einsehen wird, die, dass eine Oxydullösung sich zu Oxydlösung oxydirt, diese letztere ist an sich blau und giebt mit dem durch die Einwirkung des Kali vertieften Gelb des Harns grün.

Wenn der Harn mit Kali erwärmt wird, so zeigt schon der Geruch, dass sich Ammoniak entwickelt, und ein mit Salzsäure be-



Stellen wir das Resultat graphisch dar, wie es in beistehender Figur geschehen ist. Die Abscissen messen die Drehstellung um die festgedachte Sehaxe, ausgedrückt durch den oben mit D bezeichneten Winkel. Die Ordinaten bedeuten die Summe der activen Anstrengungen, welche zur Erhaltung der durch die zugehörige Abscisse charakterisirten Stellung erforderlich sind. Die Curve, deren Ordinaten so die Anstrengung als Function der Drehstellung darstellen, dürfte sich etwa den drei berechneten Werthen zufolge ausnehmen, wie die ausgezogene in der Figur. Das hiesse also, unter den (immerhin einigermassen willkürlichen) der Rechnung zu Grunde gelegten Annahmen fällt die Stellung minimaler Anstrengung nicht genau mit der wirklich beobachteten zusammen. Sie wäre vielleicht die durch $D = 0$ gegebene. Es wird nicht geleugnet werden können, dass kleine keineswegs ausser dem Bereich der Möglichkeit liegende Veränderungen der Grundannahmen unsere Curve ein wenig hätten verschieben können, so dass sie die Lage der punktirten Linie in der Figur bekommen hätte, welche sie nach unserem hypothetischen Principe haben müsste. . . .

Ich habe mich übrigens nicht der unsäglichen Mühe unterziehen mögen, die Rechnung aufs Gerathewohl noch einige Male mit anderen Coordinatenwerthen der Muskelursprünge und Ansätze zu wieder-

holen, weil doch keine Garantie vorhanden ist, dass man sich in der einen oder anderen Richtung den wahren Werthen mehr annähert. Ich glaube übrigens, die vorstehende Betrachtung ist geeignet, den scheinbaren Widerspruch der Rechnung gegen die aufgestellte Hypothese zu heben.

XIV.

Ueber die reducirenden Eigenschaften des Harns gesunder Menschen.

Von

Ernst Brücke*).

Man hat bisher allgemein angenommen, der Harn gesunder Menschen enthalte keinen Zucker, weil er weder mit Hefe versetzt die Alkoholgährung eingeht, noch die Polarisationsebene dreht, noch bei der Trommer'schen Zuckerprobe einen rothen oder gelben Niederschlag von Kupferoxydul oder Oxydulhydrat hervorbringt.

Durch die Gährung oder den Polarisationsapparat kann man bekanntlich nur einigermassen bedeutende Mengen von Zucker nachweisen, sehr kleine durfte man nur noch durch die Trommer'sche Probe zu entdecken hoffen; der Schluss also, dass im Harn gesunder Menschen gar kein Zucker sei, stützte sich wesentlich auf das negative Resultat der letzteren.

Man hat aber auch verschiedene andere Mittel empfohlen, um kleine Mengen von Zucker im Harn zu entdecken. Da sich Traubenzucker mit Kali bräunt, so hat Heller vorgeschlagen, den zu untersuchenden Urin mit Aetzkali zu versetzen und dann zu erwärmen. Wenn er sich bräunt, schliesst man auf Zucker. Stellt man diesen Versuch mit dem Urin gesunder Menschen an, so wird man bemerken, dass es kaum einen solchen giebt, der sich nicht etwas bräunte.

---

*) Aus dem XXVIII. Bande der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

Um sich hiervon zu überzeugen, füllt man ein Reagirglas mit Urin und Aetzkali- oder Aetznatronlösung, mischt durch Umgiessen in ein anderes gleich weites Reagirglas und theilt die Flüssigkeit dann so ein, dass sich die Hälfte in dem einen, die andere Hälfte in dem andern Glase befindet.

Man erwärmt sofort das eine langsam, etwa bis sich die ersten Zeichen des beginnenden Siedens einstellen, und vergleicht es dann mit dem anderen; man wird stets finden, dass es intensiver gefärbt ist. Um sich zu überzeugen, dass der Farbenunterschied nicht etwa von der Temperatur abhängt, kühlt man das Glas in Wasser. Die Differenz nimmt nicht ab; sie bleibt sich gleich oder nimmt noch zu. Diese Differenz ist freilich nicht der Art wie beim Diabetischen, dessen Urin aus blassem Strohgelb in tiefes Braun übergeht, aber sie ist immerhin merklich und oft bedeutend.

Prof. Böttger hat in neuerer Zeit eine Zuckerprobe vorgeschlagen, welche darin besteht, dass man die zu untersuchende Flüssigkeit mit Kali versetzt, basisch salpetersaures Wismuthoxyd hinzumischt und kocht. Ist Zucker darin, so oxydirt sich dieser unter dem Einfluss des Kali und reducirt dabei das weisse Wismuthsalz zu schwarzem Wismuthpulver.

Wenn man diese Probe mit dem Urine ganz gesunder Menschen anstellt, so wird man wiederum kaum jemals einen solchen finden, bei dem sich das Wismuthsalz nicht mehr oder weniger dunkel färbte, besonders wenn man das Erwärmen nicht zu kurze Zeit fortsetzt und die Probe auch noch eine Weile nachher beobachtet, indem sich aus der Flüssigkeit beim Erkalten oft langsam schwarzes Wismuth herabsenkt.

Die Flüssigkeit selbst erscheint dabei dunkler, fast wie Rauchtopas, und auf dem grauen Bodensatze lagert sich nach und nach eine dünne, sammetschwarze Schicht ab.

Man könnte glauben, die Schwärzung rühre von Schwefelverbindungen im Urin her, welche den Schwefel im unoxydirten Zustande enthalten.

Man kann sich in jedem einzelnen Falle durch einen leichten Gegenversuch überzeugen, ob dies der Fall sei. Man mische zu dem mit Kali versetzten Urine statt des Wismuthsalzes etwas Mennige oder feingepulverte Bleiglätte und koche dann. Man wird finden, dass sich in der Regel, wenn kein Eiweiss zugegen ist, die Flüssigkeit nicht schwärzt und sich keine Flocken von Schwefelblei abscheiden. Die Schwärzung des Wismuthsalzes rührt also nicht von Schwefelwismuth, sondern von Wismuthmetall her.

Wenn aber hier eine Reduction stattfindet, warum reducirt denn der Harn gesunder Menschen bei der bekannten Trommer'schen Zuckerprobe nicht auch Kupferoxyd zu Kupferoxydul? Die Antwort auf diese Frage lautet, dass eine solche Reduction in der That stattfindet, dass nur kein rother Niederschlag entsteht, weil die Fällung des Oxyduls durch einen andern Körper verhindert wird.

Um sich hiervon zu überzeugen, stelle man folgenden Versuch an. Man versetze den Urin eines gesunden Menschen mit Kali und füge dann so viel von einer verdünnten Kupfervitriollösung hinzu, dass die Flüssigkeit deutlich blau oder blaugrün gefärbt ist, nicht mehr; dann erwärme man. Man wird bemerken, dass die blaue oder blaugrüne Farbe verschwindet und der gelben oder braunen Platz macht. Nun giesse man die Hälfte der Flüssigkeit in eine Abrauchschale und schwinge sie dahin herum, so dass sie nach Sauerstoff aus der Luft absorbiren kann, und man wird bemerken, dass sie sich mehr und mehr grün färbt. Um die Grösse der Farbenveränderung zu beurtheilen, giesst man die Flüssigkeit wieder in ein Reagirglas und vergleicht sie mit der anderen Hälfte der Probe; diese ist nach wie vor gelb, wenn man sie aber längere Zeit an der Luft stehen lässt, so färbt sie sich erst oberflächlich und endlich in der ganzen Masse grün. Die Ursache dieser Erscheinung ist, wie Jeder leicht einsehen wird, die, dass eine Oxydullösung sich zu Oxydlösung oxydirt, diese letztere ist an sich blau und giebt mit dem durch die Einwirkung des Kali vertieften Gelb des Harns grün.

Wenn der Harn mit Kali erwärmt wird, so zeigt schon der Geruch, dass sich Ammoniak entwickelt, und ein mit Salzsäure be-

feuchteter Glasstab giebt, in die Oeffnung des Reagirglases eingesenkt, dicken Salmiaknebel. Es liegt also nahe, anzunehmen, dass das im Harn fertig gebildete und das durch Einwirkung von Kali auf andere Substanzen erzeugte Ammoniak das Oxydul in Lösung erhält. Wenn man zu einer verdünnten Kalilösung wenig Zucker und eine ziemliche Menge Ammoniak hinzusetzt und die Flüssigkeit durch Zusatz von einigen Tropfen Kupfervitriollösung bläut, so kann man sie durch Erwärmen entfärben, ohne dass sich Oxydul ausscheidet, und lässt man dann die farblose oder vielmehr schwach gelbliche Flüssigkeit Sauerstoff absorbiren, so färbt sie sich wieder blau.

Es zeigt dies zunächst, dass das negative Resultat der Trommer'schen Probe uns nicht berechtigt, das Nichtvorhandensein von Zucker im Urin zu behaupten.

Auch wenn die Ausscheidung von Oxydul oder Oxydulhydrat nicht ganz ausbleibt, können die übrigen Bestandtheile des Harns doch das Aussehen der Probe beträchtlich verändern.

Oft stösst man auf Harn, der sich bei der Trommer'schen Probe mehr oder weniger stark trübt, aber weder das rothe Sediment von Kupferoxydul, noch das schön gelbe von Oxydulhydrat giebt. Die Trübung ist gleichmässig durch die ganze Masse verbreitet und diese bietet bald ein grünlich-graues, bald ein lehmfarbenes, bald ein schmutzig-gelbes Ansehen dar. Während von der Oberfläche mehr oder weniger von einem grünlichen Lichte zerstreut wird, erscheint die Flüssigkeit im durchfallenden Strahle in der Regel gelb. Da diese Erscheinungen weder die gewöhnlichen der mit Erfolg angestellten Zuckerprobe, noch die des normalen Urins sind, so findet man sie mitunter als zweifelhaftes Resultat der Trommer'schen Probe citirt.

Ich habe sie in allen ihren Abstufungen hervorgebracht, indem ich verschiedenen Proben von normalem Urin kleine Mengen von diabetischem hinzusetzte.

Es stellt sich nun die weitere Frage, ob die reducirende Substanz des normalen Urins Zucker sei.

Die tiefere Färbung, welche der Urin durch Kochen mit Kali annimmt, kann für sich allein wohl nicht als ausreichender Beweis dafür angesehen werden und eben so wenig möchte ich mir nach dem Geruche der mit Kali gekochten Flüssigkeit ein Urtheil zutrauen. Andererseits müssen wir zugeben, dass das Vorkommen kleiner Mengen von Zucker im Urin keineswegs unwahrscheinlich ist, ja wir kennen jetzt zweierlei Quellen, aus denen er möglicher Weise, herstammen kann. Erstens kann er fertig gebildet aus dem Blute in den Urin übergehen und zweitens könnte er vielleicht im Harne selbst durch langsame Zersetzung aus Herrn Edward Schunck's indigobildender Substanz entstehen *). In der That begegnen wir in der Literatur einer Menge von Angaben, nach denen Zucker im Harn enthalten war nicht nur bei diabetischen, sondern auch bei anderen Individuen nach Resorption einer reichlichen Mahlzeit, nach einem epileptischen Anfalle, nach Chloroform- oder Aether-Narkose während der Schwangerschaft, während des Säugens, oder nach Unterdrückung der Milchsecretion etc.; aber eben so oft ist auch diesen Angaben widersprochen worden und die Fragen sind unentschieden geblieben, meistens weil, wie wir oben gesehen haben, die Beweismittel, welche man auf beiden Seiten in Händen hielt, kein volles Vertrauen verdienten. Besonders erwähnen will ich hier den

*) Man erhält dieselbe an Bleioxyd gebunden nach Herrn Schunck's Vorschrift, wenn man den mit basisch-essigsaurem Blei rein ausgefällten und filtrirten Harn mit Ammoniak versetzt und den dadurch entstehenden Niederschlag auf dem Filtrum sammelt. Zersetzte ich diesen Niederschlag mit Salzsäure, welche 220 Grammen ClH im Litre enthielt, so setzte sich auf der vom Chlorblei abfiltrirten dunkel gefärbten Flüssigkeit ein Häutchen von Indigo ab, ganz so, wie es Herr Schunck beschreibt; wenn ich aber den Niederschlag mit einer kalten verdünnten Lösung von Oxalsäure zersetzte, so erhielt ich eine sehr blassgelbe Flüssigkeit, die gleich frisch untersucht, Zuckerreactionen gab, d. h. sie färbte sich mit Kali dunkler gelb, schwärzte das basisch-salpetersaure Wismuthoxyd und reducirte aus Kupferlösungen in der Wärme eine kleine Menge schön rothen Oxyduls. Wurde dagegen der Niederschlag in Wasser aufgeschlemmt und mittelst Schwefelwasserstoffgas zersetzt, so liess sich vom Schwefelblei eine ganz farblose Flüssigkeit abfiltriren, die sich beim Concentriren auf dem Wasserbade grau-röthlich, fast violet färbte und in diesem Zustande reichliche Mengen von Kupferoxyd reducirte.

XIV.

Ueber die reducirenden Eigenschaften des Harns gesunder Menschen.

Von

Ernst Brücke*).

Man hat bisher allgemein angenommen, der Harn gesunder Menschen enthalte keinen Zucker, weil er weder mit Hefe versetzt die Alkoholgährung eingeht, noch die Polarisationsebene dreht, noch bei der Trommer'schen Zuckerprobe einen rothen oder gelben Niederschlag von Kupferoxydul oder Oxydulhydrat hervorbringt.

Durch die Gährung oder den Polarisationsapparat kann man bekanntlich nur einigermassen bedeutende Mengen von Zucker nachweisen, sehr kleine durfte man nur noch durch die Trommer'sche Probe zu entdecken hoffen; der Schluss also, dass im Harn gesunder Menschen gar kein Zucker sei, stützte sich wesentlich auf das negative Resultat der letzteren.

Man hat aber auch verschiedene andere Mittel empfohlen, um kleine Mengen von Zucker im Harn zu entdecken. Da sich Traubenzucker mit Kali bräunt, so hat Heller vorgeschlagen, den zu untersuchenden Urin mit Aetzkali zu versetzen und dann zu erwärmen. Wenn er sich bräunt, schliesst man auf Zucker. Stellt man diesen Versuch mit dem Urin gesunder Menschen an, so wird man bemerken, dass es kaum einen solchen giebt, der sich nicht etwas bräunte.

---

*) Aus dem XXVIII. Bande der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

Um sich hiervon zu überzeugen, füllt man ein Reagirglas mit Urin und Aetzkali- oder Aetznatronlösung, mischt durch Umgiessen in ein anderes gleich weites Reagirglas und theilt die Flüssigkeit dann so ein, dass sich die Hälfte in dem einen, die andere Hälfte in dem andern Glase befindet.

Man erwärmt sofort das eine langsam, etwa bis sich die ersten Zeichen des beginnenden Siedens einstellen, und vergleicht es dann mit dem anderen; man wird stets finden, dass es intensiver gefärbt ist. Um sich zu überzeugen, dass der Farbenunterschied nicht etwa von der Temperatur abhängt, kühlt man das Glas in Wasser. Die Differenz nimmt nicht ab; sie bleibt sich gleich oder nimmt noch zu. Diese Differenz ist freilich nicht der Art wie beim Diabetischen, dessen Urin aus blassem Strohgelb in tiefes Braun übergeht, aber sie ist immerhin merklich und oft bedeutend.

Prof. Böttger hat in neuerer Zeit eine Zuckerprobe vorgeschlagen, welche darin besteht, dass man die zu untersuchende Flüssigkeit mit Kali versetzt, basisch salpetersaures Wismuthoxyd hinzumischt und kocht. Ist Zucker darin, so oxydirt sich dieser unter dem Einfluss des Kali und reducirt dabei das weisse Wismuthsalz zu schwarzem Wismuthpulver.

Wenn man diese Probe mit dem Urine ganz gesunder Menschen anstellt, so wird man wiederum kaum jemals einen solchen finden, bei dem sich das Wismuthsalz nicht mehr oder weniger dunkel färbte, besonders wenn man das Erwärmen nicht zu kurze Zeit fortsetzt und die Probe auch noch eine Weile nachher beobachtet, indem sich aus der Flüssigkeit beim Erkalten oft langsam schwarzes Wismuth herabsenkt.

Die Flüssigkeit selbst erscheint dabei dunkler, fast wie Rauchtopas, und auf dem grauen Bodensatze lagert sich nach und nach eine dünne, sammtschwarze Schicht ab.

Man könnte glauben, die Schwärzung rühre von Schwefelverbindungen im Urin her, welche den Schwefel im unoxydirten Zustande enthalten.

Man kann sich in jedem einzelnen Falle durch einen leichten Gegenversuch überzeugen, ob dies der Fall sei. Man mische zu dem mit Kali versetzten Urine statt des Wismuthsalzes etwas Mennige oder feingepulverte Bleiglätte und koche dann. Man wird finden, dass sich in der Regel, wenn kein Eiweiss zugegen ist, die Flüssigkeit nicht schwärzt und sich keine Flocken von Schwefelblei abscheiden. Die Schwärzung des Wismuthsalzes rührt also nicht von Schwefelwismuth, sondern von Wismuthmetall her.

Wenn aber hier eine Reduction stattfindet, warum reducirt denn der Harn gesunder Menschen bei der bekannten Trommer'schen Zuckerprobe nicht auch Kupferoxyd zu Kupferoxydul? Die Antwort auf diese Frage lautet, dass eine solche Reduction in der That stattfindet, dass nur kein rother Niederschlag entsteht, weil die Fällung des Oxyduls durch einen andern Körper verhindert wird.

Um sich hiervon zu überzeugen, stelle man folgenden Versuch an. Man versetze den Urin eines gesunden Menschen mit Kali und füge dann so viel von einer verdünnten Kupfervitriollösung hinzu, dass die Flüssigkeit deutlich blau oder blaugrün gefärbt ist, nicht mehr; dann erwärme man. Man wird bemerken, dass die blaue oder blaugrüne Farbe verschwindet und der gelben oder braunen Platz macht. Nun giesse man die Hälfte der Flüssigkeit in eine Abrauchschale und schwinge sie dabin herum, so dass sie noch Sauerstoff aus der Luft absorbiren kann, und man wird bemerken, dass sie sich mehr und mehr grün färbt. Um die Grösse der Farbenveränderung zu beurtheilen, giesst man die Flüssigkeit wieder in ein Reagirglas und vergleicht sie mit der anderen Hälfte der Probe; diese ist nach wie vor gelb, wenn man sie aber längere Zeit an der Luft stehen lässt, so färbt sie sich erst oberflächlich und endlich in der ganzen Masse grün. Die Ursache dieser Erscheinung ist, wie Jeder leicht einsehen wird, die, dass eine Oxydullösung sich zu Oxydlösung oxydirt, diese letztere ist an sich blau und giebt mit dem durch die Einwirkung des Kali vertieften Gelb des Harns grün.

Wenn der Harn mit Kali erwärmt wird, so zeigt schon der Geruch, dass sich Ammoniak entwickelt, und ein mit Salzsäure be-

feuchteter Glasstab giebt, in die Oeffnung des Reagirglases eingesenkt, dicken Salmiaknebel. Es liegt also nahe, anzunehmen, dass das im Harn fertig gebildete und das durch Einwirkung von Kali auf andere Substanzen erzeugte Ammoniak das Oxydul in Lösung erhält. Wenn man zu einer verdünnten Kalilösung wenig Zucker und eine ziemliche Menge Ammoniak hinzusetzt und die Flüssigkeit durch Zusatz von einigen Tropfen Kupfervitriollösung bläut, so kann man sie durch Erwärmen entfärben, ohne dass sich Oxydul ausscheidet, und lässt man dann die farblose oder vielmehr schwach gelbliche Flüssigkeit Sauerstoff absorbiren, so färbt sie sich wieder blau.

Es zeigt dies zunächst, dass das negative Resultat der Trommer'schen Probe uns nicht berechtigt, das Nichtvorhandensein von Zucker im Urin zu behaupten.

Auch wenn die Ausscheidung von Oxydul oder Oxydulhydrat nicht ganz ausbleibt, können die übrigen Bestandtheile des Harns doch das Aussehen der Probe beträchtlich verändern.

Oft stösst man auf Harn, der sich bei der Trommer'schen Probe mehr oder weniger stark trübt, aber weder das rothe Sediment von Kupferoxydul, noch das schön gelbe von Oxydulhydrat giebt. Die Trübung ist gleichmässig durch die ganze Masse verbreitet und diese bietet bald ein grünlich-graues, bald ein lehmfarbenes, bald ein schmutzig-gelbes Ansehen dar. Während von der Oberfläche mehr oder weniger von einem grünlichen Lichte zerstreut wird, erscheint die Flüssigkeit im durchfallenden Strahle in der Regel gelb. Da diese Erscheinungen weder die gewöhnlichen der mit Erfolg angestellten Zuckerprobe, noch die des normalen Urins sind, so findet man sie mitunter als zweifelhaftes Resultat der Trommer'schen Probe citirt.

Ich habe sie in allen ihren Abstufungen hervorgebracht, indem ich verschiedenen Proben von normalem Urin kleine Mengen von diabetischem hinzusetzte.

Es stellt sich nun die weitere Frage, ob die reducirende Substanz des normalen Urins Zucker sei.

Die tiefere Färbung, welche der Urin durch Kochen mit Kali annimmt, kann für sich allein wohl nicht als ausreichender Beweis dafür angesehen werden und eben so wenig möchte ich mir nach dem Geruche der mit Kali gekochten Flüssigkeit ein Urtheil zutrauen. Andererseits müssen wir zugeben, dass das Vorkommen kleiner Mengen von Zucker im Urin keineswegs unwahrscheinlich ist, ja wir kennen jetzt zweierlei Quellen, aus denen er möglicher Weise, herstammen kann. Erstens kann er fertig gebildet aus dem Blute in den Urin übergehen und zweitens könnte er vielleicht im Harne selbst durch langsame Zersetzung aus Herrn Edward Schunck's indigobildender Substanz entstehen *). In der That begegnen wir in der Literatur einer Menge von Angaben, nach denen Zucker im Harn enthalten war nicht nur bei diabetischen, sondern auch bei anderen Individuen nach Resorption einer reichlichen Mahlzeit, nach einem epileptischen Anfalle, nach Chloroform- oder Aether-Narkose während der Schwangerschaft, während des Säugens, oder nach Unterdrückung der Milchsecretion etc.; aber eben so oft ist auch diesen Angaben widersprochen worden und die Fragen sind unentschieden geblieben, meistens weil, wie wir oben gesehen haben, die Beweismittel, welche man auf beiden Seiten in Händen hielt, kein volles Vertrauen verdienten. Besonders erwähnen will ich hier den

*) Man erhält dieselbe an Bleioxyd gebunden nach Herrn Schunck's Vorschrift, wenn man den mit basisch-essigsaurem Blei rein ausgefällten und filtrirten Harn mit Ammoniak versetzt und den dadurch entstehenden Niederschlag auf dem Filtrum sammelt. Zersetzte ich diesen Niederschlag mit Salzsäure, welche 220 Grammen ClH im Litre enthielt, so setzte sich auf der vom Chlorblei abfiltrirten dunkel gefärbten Flüssigkeit ein Häutchen von Indigo ab, ganz so, wie es Herr Schunck beschreibt; wenn ich aber den Niederschlag mit einer kalten verdünnten Lösung von Oxalsäure zersetzte, so erhielt ich eine sehr blassgelbe Flüssigkeit, die gleich frisch untersucht, Zuckerreactionen gab, d. h. sie färbte sich mit Kali dunkler gelb, schwärzte das basisch-salpetersaure Wismuthoxyd und reducirte aus Kupferlösungen in der Wärme eine kleine Menge schön rothen Oxyduls. Wurde dagegen der Niederschlag in Wasser aufgeschlemmt und mittelst Schwefelwasserstoffgas zersetzt, so liess sich vom Schwefelblei eine ganz farblose Flüssigkeit abfiltriren, die sich beim Concentriren auf dem Wasserbade grau-röthlich, fast violet färbte und in diesem Zustande reichliche Mengen von Kupferoxyd reducirte.

Streit, der in neuerer Zeit zwischen den Herren Blot und Leconte vor der Pariser Akademie geführt wurde.

Am 6. October 1856 theilte Herr Blot der Akademie mit, dass der Urin vieler Schwangeren und aller Säugenden vom Beginne der Milchsecretion an Zucker enthalte. Er habe sich hiervon überzeugt, 1) durch die Reductionsprobe mittelst des liqueur cupropotassique, 2) durch die Bräunung mit Kali, 3) durch Gährung, 4) durch den Polarisations-Apparat. Er gab sogar an, dass er in einem Falle 8 Grammen Zucker in 1000 Grammen Urin gefunden habe.

Dagegen erklärte am 29. Juni 1857 Herr Leconte in Rücksicht auf diese Mittheilung, dass es ihm niemals gelungen sei, Alkoholgährung einzuleiten, und dass die Kupferreduction nicht von Zucker herrühre, sondern von verschiedenen Substanzen, zumeist von Harnsäure, die im Urine der Säugenden in besonders reichlicher Menge enthalten sei. In der That machte auch bald darauf Herr N. J. Berlin bekannt, dass die Fehling'sche Flüssigkeit beim Kochen mit etwas Harnsäure einen erst gelben, dann rothbraunen Niederschlag gebe*). Dennoch ist die Frage durch Herrn Leconte keineswegs endgültig entschieden. Es ist allerdings beachtenswerth, dass es ihm nie gelang, Alkoholgährung einzuleiten, aber selbst wenn dies unmöglich wäre, so würde dadurch nur die Abwesenheit verhältnissmässig grosser Mengen von Zucker erwiesen sein. Die übrigen Versuche, welche Herr Leconte für die Richtigkeit seiner Ansicht und gegen Herrn Blot anführt, scheinen mir ihrer Natur nach nicht beweisend zu sein.

Die Harnsäure wirkt zwar auf die Fehling'sche Flüssigkeit, aber sie reducirt das basisch-salpetersaure Wismuthoxyd nicht und bräunt sich auch nicht mit Kali, während doch Herr Blot ausdrücklich angegeben hatte, dass dies letztere mit dem Urin der Schwangeren und Säugenden der Fall sei.

Um die gänzliche Abwesenheit des Zuckers im Harn der Säugenden zu beweisen, fällte Herr Leconte den Urin mit neutralem

*) Chemisches Centralblatt, 7. Oct. 1857. (Aus dem Journal für prakt. Chemie Bd. 71, S. 184.)

essigsaurem Bleioxyd, die abfiltrirte Flüssigkeit reducirte noch, er versetzte sie deshalb mit Ammoniak und filtrirte wieder, das Filtrat gab bei der Reductionsprobe kein Oxydul und eben so wenig die durch Zersetzen des Niederschlages mittelst Schwefelwasserstoff erhaltene Flüssigkeit. Es muss hier sogleich erwähnt werden, dass wenig Sicherheit vorhanden war, kleine Mengen von Zucker in einer ammoniakreichen Flüssigkeit mittelst der herkömmlichen Reductionsprobe (Herr Leconte bediente sich einer vorher zubereiteten alkalischen Kupferlösung als Probeflüssigkeit) aufzufinden; aber selbst angenommen, es sei weder in der Flüssigkeit noch im Niederschlage Zucker gewesen, so macht sich Herr Leconte selbst den Einwand, dass sich derselbe in Folge der Einwirkung des Ammoniaks zersetzt haben konnte. Er schlägt deshalb noch einen zweiten Weg ein. Er versetzt 4 Litre stark sauren Urin einer Säugenden mit Essigsäure und dampft sie bis auf $^1/_5$ ihres ursprünglichen Volums ein, versezt dann mit Alkohol von 38°, filtrirt vom Präcipitat ab, verjagt den Alkohol und probirt mittelst der Kupferlösung. Er erhielt nur „*une réduction insignifiante beaucoup plus faible que celle de l'urine*“. Da dieses Verfahren auch von Anderen für ganz sicher gehalten wird, so habe ich es näher geprüft. Ich setzte zu dem Urin eines gesunden Mannes so viel von dem eines diabetischen, dass bei der Trommer'schen Probe eine ziemlich reichliche Ausscheidung von sehr fein vertheiltem, sich schlecht absetzendem Oxydulhydrat erfolgte. Dann verfuhr ich nach Herrn Leconte's Vorschrift. Beim Probiren des Rückstandes der alkoholischen Lösung erhielt ich während des Erwärmens kein Oxydul, erst am andern Tage hatte sich aus einer der Proben solches abgesetzt. Nichts desto weniger war dieser Rückstand stark reducirend; er schwärzte basisch salpetersaures Wismuthoxyd vollständig und entfärbte beträchtliche Mengen einer verdünnten Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd; zugleich aber entwickelte sich ein stechender Geruch nach Ammoniak, welches die Ausscheidung des gebildeten Oxyduls verhinderte. Das Vorhandensein desselben wurde durch Reoxydation an der atmosphärischen Luft bewiesen. Dies Verfahren leistet also für die Auffindung klei-

nerer Mengen von Zucker keineswegs das, was man von ihm erwartet hat.

Ich untersuchte nun ohne Zusatz von diabetischem Urin noch den Harn eines erwachsenen Mannes, eines Knaben von 8 und eines Knaben von 4 Jahren auf demselben Wege und fand, dass der erwähnte Rückstand in allen drei Fällen basisch salpetersaures Wismuthoxyd reducirte und kleine Mengen von Kupferlösung entfärbte, ohne dass jedoch Oxydul in Pulverform ausgeschieden worden wäre.

XV.

Ueber das Vorkommen von Zucker im Urin gesunder Menschen.

Von

Ernst Brücke *).

Vor einiger Zeit habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass der Urin gesunder Menschen sich mit Kali gekocht tiefer gelb färbt, und kleine Mengen von Wismuthoxyd und Kupferoxyd reducirt. Ich musste es aber zweifelhaft lassen, ob diese Erscheinungen von Zucker herrühren, weil es mir noch nicht gelungen war, denselben nach einer der Methoden, die zu seiner Abscheidung aus dem diabetischen Urin vorgeschrieben sind, auch aus dem gesunden darzustellen. Seitdem habe ich einen wesentlichen Fortschritt gemacht, indem ich Zucker-Kali aus dem Urin gesunder Individuen abschied.

Ich erhielt es zuerst aus Urin, den ich bei gewöhnlicher Temperatur in flachen Schalen in der Zugluft eines schlecht schliessenden Fensters eingedunstet hatte. Es wurde erkannt:

1) Daran, dass die gelbliche Lösung, welche die farblos erscheinende Substanz mit destilirtem Wasser gab, sich mit Kali gekocht tief bernsteingelb färbte und den Geruch nach Melasse verbreitete.

2) Dass dieselbe Lösung mit Kali und einer verdünnten Kupfervitriollösung gekocht schön rothes Kupferoxydul abschied.

3) Dass sie mit Kali und basisch salpetersaurem Wismuthoxyd gekocht das letztere durch Reduction schwärzte.

---

*) Aus dem XXIX. Bande der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

feuchteter Glasstab giebt, in die Oeffnung des Reagirglases eingesenkt, dicken Salmiaknebel. Es liegt also nahe, anzunehmen, dass das im Harn fertig gebildete und das durch Einwirkung von Kali auf andere Substanzen erzeugte Ammoniak das Oxydul in Lösung erhält. Wenn man zu einer verdünnten Kalilösung wenig Zucker und eine ziemliche Menge Ammoniak hinzusetzt und die Flüssigkeit durch Zusatz von einigen Tropfen Kupfervitriollösung bläut, so kann man sie durch Erwärmen entfärben, ohne dass sich Oxydul ausscheidet, und lässt man dann die farblose oder vielmehr schwach gelbliche Flüssigkeit Sauerstoff absorbiren, so färbt sie sich wieder blau.

Es zeigt dies zunächst, dass das negative Resultat der Trommer'schen Probe uns nicht berechtigt, das Nichtvorhandensein von Zucker im Urin zu behaupten.

Auch wenn die Ausscheidung von Oxydul oder Oxydulhydrat nicht ganz ausbleibt, können die übrigen Bestandtheile des Harns doch das Aussehen der Probe beträchtlich verändern.

Oft stösst man auf Harn, der sich bei der Trommer'schen Probe mehr oder weniger stark trübt, aber weder das rothe Sediment von Kupferoxydul, noch das schön gelbe von Oxydulhydrat giebt. Die Trübung ist gleichmässig durch die ganze Masse verbreitet und diese bietet bald ein grünlich-graues, bald ein lehmfarbenes, bald ein schmutzig-gelbes Ansehen dar. Während von der Oberfläche mehr oder weniger von einem grünlichen Lichte zerstreut wird, erscheint die Flüssigkeit im durchfallenden Strahle in der Regel gelb. Da diese Erscheinungen weder die gewöhnlichen der mit Erfolg angestellten Zuckerprobe, noch die des normalen Urins sind, so findet man sie mitunter als zweifelhaftes Resultat der Trommer'schen Probe citirt.

Ich habe sie in allen ihren Abstufungen hervorgebracht, indem ich verschiedenen Proben von normalem Urin kleine Mengen von diabetischem hinzusetzte.

Es stellt sich nun die weitere Frage, ob die reducirende Substanz des normalen Urins Zucker sei.

Die tiefere Färbung, welche der Urin durch Kochen mit Kali annimmt, kann für sich allein wohl nicht als ausreichender Beweis dafür angesehen werden und eben so wenig möchte ich mir nach dem Geruche der mit Kali gekochten Flüssigkeit ein Urtheil zutrauen. Andererseits müssen wir zugeben, dass das Vorkommen kleiner Mengen von Zucker im Urin keineswegs unwahrscheinlich ist, ja wir kennen jetzt zweierlei Quellen, aus denen er möglicher Weise, herstammen kann. Erstens kann er fertig gebildet aus dem Blute in den Urin übergehen und zweitens könnte er vielleicht im Harne selbst durch langsame Zersetzung aus Herrn Edward Schunck's indigobildender Substanz entstehen *). In der That begegnen wir in der Literatur einer Menge von Angaben, nach denen Zucker im Harn enthalten war nicht nur bei diabetischen, sondern auch bei anderen Individuen nach Resorption einer reichlichen Mahlzeit, nach einem epileptischen Anfalle, nach Chloroform- oder Aether-Narkose während der Schwangerschaft, während des Säugens, oder nach Unterdrückung der Milchsecretion etc.; aber eben so oft ist auch diesen Angaben widersprochen worden und die Fragen sind unentschieden geblieben, meistens weil, wie wir oben gesehen haben, die Beweismittel, welche man auf beiden Seiten in Händen hielt, kein volles Vertrauen verdienten. Besonders erwähnen will ich hier den

*) Man erhält dieselbe an Bleioxyd gebunden nach Herrn Schunck's Vorschrift, wenn man den mit basisch-essigsaurem Blei rein ausgefällten und filtrirten Harn mit Ammoniak versetzt und den dadurch entstehenden Niederschlag auf dem Filtrum sammelt. Zersetzte ich diesen Niederschlag mit Salzsäure, welche 220 Grammen ClH im Litre enthielt, so setzte sich auf der vom Chlorblei abfiltrirten dunkel gefärbten Flüssigkeit ein Häutchen von Indigo ab, ganz so, wie es Herr Schunck beschreibt; wenn ich aber den Niederschlag mit einer kalten verdünnten Lösung von Oxalsäure zersetzte, so erhielt ich eine sehr blassgelbe Flüssigkeit, die gleich frisch untersucht, Zuckerreactionen gab, d. h. sie färbte sich mit Kali dunkler gelb, schwärzte das basisch-salpetersaure Wismuthoxyd und reducirte aus Kupferlösungen in der Wärme eine kleine Menge schön rothen Oxyduls. Wurde dagegen der Niederschlag in Wasser aufgeschlemmt und mittelst Schwefelwasserstoffgas zersetzt, so liess sich vom Schwefelblei eine ganz farblose Flüssigkeit abfiltriren, die sich beim Concentriren auf dem Wasserbade grau-röthlich, fast violet färbte und in diesem Zustande reichliche Mengen von Kupferoxyd reducirte.

bogenen, palmzweigartigen Krystallbüscheln bestand. Dieser enthielt sehr viel Zucker. Aehnliches habe ich in anderen Fällen beobachtet.

Was endlich die Proben selbst anlangt, so kann man sich hier zunächst der Trommer'schen Probe bedienen, denn einerseits habe ich mittelst der Murexidprobe niemals Harnsäure in dem Beschlage finden können, andererseits ist man hier der Ammoniak bildenden Substanzen grösstentheils ledig. Da dies indessen nicht vollständig der Fall ist, so darf man sich mit der Trommer'schen Probe nicht allein begnügen; es ist mir vorgekommen, dass sich das Oxydul oder Oxydulhydrat erst nach längerem Stehen ausschied, und einmal bildete sich beim Erwärmen nur ein geringer blassblaugrüner Niederschlag, der durch Kochen nicht mehr verändert wurde, während die gleich darauf angestellte Kaliprobe durch die schön bernsteingelbe Farbe, welche die Flüssigkeit annahm, zeigte, dass auch dieser Urin nicht frei von Zucker gewesen war. Vorbereiteter Probeflüssigkeiten bediene ich mich nicht, weil sie eine für unseren Zweck überflüssige Complication bilden und allerlei Zufälligkeiten ausgesetzt sind. Ich füge, nachdem ich mit Kalilösung versetzt habe, eine sehr verdünnte Kupfervitriollösung tropfenweise so lange hinzu, als sich die gebildete Trübung noch durch Umschütteln wieder auflöst, und erwärme dann.

In Rücksicht auf die Wismuthprobe rathe ich namentlich hinreichend lange zu kochen. Es entwickelt sich beim Erwärmen viel Gas bei einer Temperatur, die weit unter dem Siedpunkte liegt und bei der die Reduction des Wismuthsalzes nicht, oder doch nicht sofort, von Statten geht. Hierdurch darf man sich nicht täuschen lassen. Ich entferne von Zeit zu Zeit das Reagirglas von der Flamme, und wenn sich dann beim Wiederannähern die ersten Zeichen des Stossens bemerklich machen, so sagt mir dies, dass die Flüssigkeit grösstentheils von ihrem Gasgehalt befreit und somit lange genug auf dem wahren Siedpunkt erwärmt gewesen ist.

Was endlich die Kaliprobe anlangt, so ist sie in Rücksicht auf die Färbung keinerlei Zufälligkeiten ausgesetzt und hier, wo man es mit einer wenig gefärbten Flüssigkeit zu thun hat, immer sehr em-

pfindlich; dagegen wird der Geruch meistens durch Nebengerüche verdeckt oder kommt wegen zu geringen Zuckergehaltes nicht gehörig zur Entwicklung. In solchen Fällen habe ich manchmal den von Heller bei Beschreibung der Kaliprobe *) empfohlenen Zusatz von Salpetersäure nützlich gefunden; der Geruch wird zwar dadurch verändert, aber er ist auch jetzt in seiner Art charakteristisch und intensiver.

Der Leser möge entschuldigen, dass ich ein an sich einfaches Verfahren so weitschweifig beschrieben habe; Ausführlichkeit war hier nothwendig. Da der Zucker im gesunden Urin bisher so vielfältig vergeblich gesucht war, wird es manchen befremden zu hören, dass er nun unmittelbar, ohne vorhergehende Concentration aus dem frischen Urin abgeschieden worden ist, und zwar in einer Verbindung, deren Darstellung man seit vielen Jahren in allen Lehrbüchern zur Isolirung des Zuckers und als Hilfsmittel bei der Harnzuckerprobe empfiehlt. Ich hatte deshalb die Beschreibung meines Verfahrens so einzurichten, dass jeder mit Sicherheit darnach arbeiten kann, indem ich sonst fürchten musste, durch meine Publication Anderen vergebliche Arbeit zu machen und zu unnützen Discussionen Veranlassung zu geben.

---

*) Archiv für phys. und pathol. Chemie und Mikroskopie; red. v. Heller J. 1844.

nerer Mengen von Zucker keineswegs das, was man von ihm erwartet hat.

Ich untersuchte nun ohne Zusatz von diabetischem Urin noch den Harn eines erwachsenen Mannes, eines Knaben von 8 und eines Knaben von 4 Jahren auf demselben Wege und fand, dass der erwähnte Rückstand in allen drei Fällen basisch salpetersaures Wismuthoxyd reducirte und kleine Mengen von Kupferlösung entfärbte, ohne dass jedoch Oxydul in Pulverform ausgeschieden worden wäre.

XV.

Ueber das Vorkommen von Zucker im Urin gesunder Menschen.

Von

Ernst Brücke *).

Vor einiger Zeit habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass der Urin gesunder Menschen sich mit Kali gekocht tiefer gelb färbt, und kleine Mengen von Wismuthoxyd und Kupferoxyd reducirt. Ich musste es aber zweifelhaft lassen, ob diese Erscheinungen von Zucker herrühren, weil es mir noch nicht gelungen war, denselben nach einer der Methoden, die zu seiner Abscheidung aus dem diabetischen Urin vorgeschrieben sind, auch aus dem gesunden darzustellen. Seitdem habe ich einen wesentlichen Fortschritt gemacht, indem ich Zucker-Kali aus dem Urin gesunder Individuen abschied.

Ich erhielt es zuerst aus Urin, den ich bei gewöhnlicher Temperatur in flachen Schalen in der Zugluft eines schlecht schliessenden Fensters eingedunstet hatte. Es wurde erkannt:

1) Daran, dass die gelbliche Lösung, welche die farblos erscheinende Substanz mit destillirtem Wasser gab, sich mit Kali gekocht tief bernsteingelb färbte und den Geruch nach Melasse verbreitete.

2) Dass dieselbe Lösung mit Kali und einer verdünnten Kupfervitriollösung gekocht schön rothes Kupferoxydul abschied.

3) Dass sie mit Kali und basisch salpetersaurem Wismuthoxyd gekocht das letztere durch Reduction schwärzte.

---

*) Aus dem XXIX. Bande der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

allein Brücke hat vollkommen Recht, wenn er meint, „dass man den Hunderten, welche sich in unserem Zeitalter mit den Sprachlauten befassen, ja gelegentlich über die Entstehung derselben schreiben, den Weg zeigen solle, durch einfache Versuche und leichte Kunstgriffe sich selbst eine Ueberzeugung zu verschaffen....., damit im Gebiete der Lautlehre nicht immer von Neuem Controversen auftauchen, welche man längst für beseitigt halten sollte."

Dies die Veranlassung, wenn ich im Folgenden, behufs der Entscheidung der Frage, ob in einem gegebenen Falle Luft durch die Nase ausströmt, d. h. die Gaumenklappe offen ist oder nicht, ein solches leichtes und einfaches Experiment empfehle, obschon es an sich als eine volksthümliche Probe zur Constatirung des eingetretenen Todes allgemein bekannt ist.

Das Experiment ist in der That so trivial und naheliegend, dass ich Bedenken tragen würde, damit vor die Oeffentlichkeit zu treten, wenn es nicht, trotz seiner Trivialität ein unübertreffliches Mittel wäre, die immer wiederkehrenden Zweifel über die Betheiligung des Nasenverschlusses beim Hervorbringen der reinen Vocale ein für allemal zu erledigen und zu beseitigen.

Um zu erfahren, ob beim Hervorbringen irgend eines Lautes Luft aus der Nase strömt oder nicht, halte ich nämlich einfach einen gewöhnlichen kleinen Handspiegel oder eine polirte Metallplatte, z. B. eine breite Messerklinge, in horizontaler Richtung unter die Nasenlöcher und beobachte, ob sich die blanke Oberfläche beschlägt oder nicht.

Die leiseste Spur eines Lufthauches macht sich auf dem kalten Glase oder Metall sofort durch niedergeschlagenen Wasserdampf bemerklich.

Diese Probe lässt an Empfindlichkeit, welche überdies durch Veränderung der Temperatur des Spiegels nach Belieben regulirt werden kann, nichts zu wünschen übrig, und übertrifft auch an Bequemlichkeit Brücke's Versuch mit dem brennenden Wachsstock *) bei weitem.

*) Grundzüge d. Phys. u. Syst. d. Sprachlaute, pag. 28.

Es kann sich nun Jedermann, der etwa noch zweifeln könnte, überzeugen, dass während des regelrechten Hervorbringens der reinen Vocale keine Luft aus der Nase hervorströmt, und dass somit die Gaumenklappe bei der Bildung der Vocale ohne Nasenton factisch geschlossen ist.

Um den Versuch recht sicher anzustellen, bringe man die möglichst rein intendirten Vocale continuirlich hervor, und schiebe den Spiegel erst dann unter die Nase, nachdem der Laut schon zu tönen angefangen, entferne jedoch den Spiegel, bevor der Laut zu tönen aufgehört. Der Spiegel bleibt vollkommen blank und unbehaucht, während reine Vocale hervorgebracht werden.

So wie man den Vocalen den Nasenton beigiebt, zeigt ein reichlicher Niederschlag von Wasserdämpfen auf dem Spiegel sofort das starke Ausströmen der Luft durch die Nase und das Geöffnetsein der Gaumenklappe an.

Hiernach könnte man geneigt sein zu vermuthen, dass reine und nasalirte Vocale sich bloss dadurch unterscheiden möchten, dass bei den ersteren die Luft durch den Mund allein, bei letzteren durch Mund und Nase zugleich ausströme.

Diese Vermuthung wäre jedoch unrichtig, denn Brücke sagt schon in seinen „Grundzügen etc." pag. 28: „dass es sich von selbst verstehe, dass nicht der Ausfluss der Luft aus der Nase als solcher den Nasenton hervorbringe, sondern die Schwingungen der Luft in der Nasenhöhle."

Die Luft in der Nasenhöhle wird aber nur dann in merkliche Schwingungen versetzt, wenn die Menge der durch die Nase ausströmenden Luft die durch die Stellung der hinreichend geöffneten Gaumenklappe in einem bestimmten Verhältniss steht zu jenem Luftstrome, welcher seinen Weg durch den Mund nimmt.

Deshalb nasalirte auch das von Brücke*) mit gewohntem Scharfsinne untersuchte Mädchen, dem das Gaumensegel durch Syphilis vollständig zerstört worden war, zwar alle Vocale, „aber

*) „Nachschrift zu H Prof. Kudelka's Abhandlung etc" pag. 91.

keineswegs „alle so stark, wie sie ein Gesunder zu nasaliren im Stande ist. Der Grund hiervon lag aber in dem Mangel des Gaumensegels, das bei uns, wenn es die Rachennasenöffnung nicht verschliesst, herabhängt und so den Weg, welcher der Luft gegen die Mundhöhle hin offen steht, beschränkt."

Nach dem Gesagten darf es uns daher nicht Wunder nehmen, dass die Vocale selbst dann noch keinen sehr auffallenden Nasenton erhalten, wenn man die Gaumenklappe mit Absicht ein klein wenig öffnet, so dass sich der Spiegel, der in dieser Beziehung das Ohr an Empfindlichkeit bei weitem übertrifft, schon zu beschlagen anfängt, oder, dass manche Menschen, die aus Unachtsamkeit, Bequemlichkeit, übler Angewöhnung oder regelwidriger Beschaffenheit der Sprachorgane, unabsichtlich die Gaumenklappe nicht absolut luftdicht schliessen — was die Spiegelprobe augenblicklich anzeigt — doch nicht nothwendig eine merklich näselnde Aussprache zu haben brauchen.

Uebrigens tritt bei sonst normalen Sprachorganen der zuletzt erwähnte ausnahmsweise Umstand am leichtesten hinsichtlich des *a* ein, was im besten Einklang steht mit der von mir zuerst experimentell ermittelten Thatsache, dass der mit der geringsten Hebung des Gaumensegels bewerkstelligte Nasenverschluss für *a*, auch viel weniger fest und innig ist als bei den übrigen Vocalen*).

Aber selbst dann, wenn diese Unvollkommenheit häufiger vorkommen sollte, könnte sie die feststehende allgemeine Regel, dass die reinen Vocale mit luftdicht geschlossener Gaumenklappe gebildet werden, nicht umstossen oder beeinträchtigen, da — sobald ausnahmsweise der Verschluss nicht absolut luftdicht ausfällt — bei der übermässigen Empfindlichkeit, deren die von mir empfohlene Spiegelprobe fähig ist, auch solche Lufthauche schon deutlich angezeigt werden, welche noch von keiner akustischen Bedeutung sein können und daher nur als zufällige Mangelhaftigkeit der reinen Vocalbildung betrachtet werden müssen.

*) L. c.

XVII.

Einige Beobachtungen über die Sprache bei vollständiger Verwachsung des Gaumensegels mit der hinteren Schlundwand.

Von

Professor **Johann Czermak.**

(Aus dem XXIX. Bande, S. 173, Nr. 8 des Jahrganges 1858 der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.)

Katharina D., gegenwärtig 14 Jahre alt, kam vor 2 Jahren mit Geschwüren am weichen Gaumen, den Gaumenbogen und der hinteren Rachenwand behaftet auf Prof. v. Dumreicher's Klinik und wurde daselbst als an Ozaena scrophulosa leidend mit Jodglycerin-Einpinselungen und adstringirenden Gurgelwässern behandelt. Der Verdacht auf Lues erwies sich als unbegründet.

Die Geschwüre wurden geheilt, dagegen konnte eine vollständige Verwachsung des Gaumensegels mit der hinteren Rachenwand nicht gehindert werden, so dass endlich die Nasenhöhle von hinten her luftdicht verschlossen wurde.

Die Patientin kann seither nur durch den Mund Athem schöpfen.

Auch die angewendete Spiegelprobe*), welche die leisesten Spuren von Luftströmungen durch die Nase anzeigt, gab ein negatives Resultat; der luftdichte Nasenverschluss unterliegt daher zur Zeit der Untersuchung keinem Zweifel.

---

*) Czermak, über reine und nasalirte Vocale Sitzb. Monat Februar l. J.

Nichts desto weniger giebt die Patientin an, dass sie zuweilen im Stande sei, etwas Luft durch die Nase hindurchzupressen. Wenn diese Angabe nicht auf Selbsttäuschung beruht, so erklärt sie sich einfach aus einer theilweisen Lösung der Verwachung zwischen Gaumen und Rachenwand in Folge neuauftretender Ulcerationen, deren sich gegenwärtig wieder einige von sehr beträchtlicher Tiefe auf dem hinteren, etwas angeschwollenen Theile des Zungenrückens finden.

Des Gaumensegel ist übrigens trotz seiner Verwachsung mit der Rachenwand nicht absolut unbeweglich, sondern kann nach Willkür stärker emporgewölbt oder mehr abgeflacht, gespannt oder erschlafft werden. — Die kleine Patientin, welche die beschriebene Missbildung ihrer Sprachorgane erlitten hat, wurde mir vor Kurzem durch Herrn Dr. Semeleder, dem ich hiemit öffentlich danke, vorgestellt, und ich benützte die Gelegenheit, einige Beobachtungen über ihre Lautbildung zu machen, um so lieber, als dieser Fall ein seltenes Gegenstück zu dem von Brücke untersuchten interessanten Falle mit gänzlichem Mangel des weichen Gaumens*) abgiebt. Die Resultate der Untersuchung, welche ich zum Theile gemeinschaftlich mit Herrn Prof. Brücke und Dr. Semeleder anstellte, sind folgende:

1) Die reinen Vocale *a*, *e*, *o* und *u* konnte das Mädchen ganz deutlich und gut aussprechen; das *i* jedoch lautete wie ein gequetschtes *e*, wenn es continuirlich und für sich allein hervorgebracht werden sollte, während es doch im Flusse der Rede zwischen anderen Buchstaben deutlich genug ausgesprochen werden konnte.

Diese Unvollkommenheit war vielleicht durch die in Folge der Verwachsung limitirte Hebung des Gaumensegels, welches beim *i*, wie ich früher**) durch Fühlhebelversuche zeigte, am höchsten zu stehen kommt, — obschon die normale, verschiedene Stellung des weichen Gaumens, wie Brücke's oben citirter Fall beweist, nur eine Nebenbedingung für das Hervorbringen der Vocale sein kann; offenbar aber auch durch die geringe Biegsamkeit des Zungenrückens in

*) Brücke, „Nachschrift . . ." Sitzungsb. 1858, Bd. XXVIII, pag. 63.
**) Sitzungsberichte 1857, B. XXIV, pag. 4.

Folge der daselbst vorhandenen Anschwellung und Geschwürsbildung bedingt.

2) Vocale mit dem Nasenton konnte das Mädchen, wie zu erwarten stand, auf keine Weise hervorbringen.

3) Dass das Mädchen die wahren Resonanten der drei Articulationsgebiete, welche Brücke mit *m*, *n* und *ŋ* bezeichnet, nicht würde bilden können, war mit Sicherheit vorauszusehen, da die wesentlichste Bedingung dieser Laute: Mitschwingungen der in der Nase enthaltenen Luft, in Folge des Offenstehens der Gaumenklappe bei ihr nicht zu realisiren war.

Dass das Mädchen aber nichts desto weniger den wahren Resonanten sehr ähnliche Laute in allen drei Articulationsgebieten hervorbringt und von den entsprechenden Medien deutlich unterscheidet (z. B. mein und bein, nein und dein, lange und lage), so dass man ihrer Sprache in dieser Beziehung eine verhältnissmässig geringe Unvollkommenheit anmerkt, muss dagegen einigermassen überraschen, da sich bekanntlich die Mediae von den entsprechenden Resonanten wesentlich nur durch den Verschluss der Gaumenklappe unterscheiden *).

Da die Patientin die Gaumenklappe nicht öffnen kann, so würde sie, wenn sie die Bewegungen des Gesunden machte, statt des Resonanten immer nur die entsprechende Media erzeugen. Hievon hält sie der so verschiedene acustische Edect ab und sie ersetzt deshalb die ihr unmöglich gewordenen wahren Resonanten durch die ihnen ähnliche Purkyné'schen „Blählaute“ **), wobei sie zugleich bemüht ist, den Verschluss des Mundkanals möglichst geräuschlos zu bewerkstelligen oder zu lösen, was nur bei grösserer Aufmerksamkeit und mit einiger Anstrengung möglich ist, weshalb sie auch erklärte, es sei ihr bequemer bein auszusprechen, als mein, dein als nein lage als lange!

Auf die bezeichnete Art kann man in der That mit geschlossener Gaumenklappe, wovon sich Jeder bei einiger Geschicklichkeit durch

*) Brücke, „Nachschrift“, pag. 72.

**) Brücke, „Grundzüge der Systematik und Physiologie der Sprachlaute“ p. 56.

allein Brücke hat vollkommen Recht, wenn er meint, „dass man den Hunderten, welche sich in unserem Zeitalter mit den Sprachlauten befassen, ja gelegentlich über die Entstehung derselben schreiben, den Weg zeigen solle, durch einfache Versuche und leichte Kunstgriffe sich selbst eine Ueberzeugung zu verschaffen....., damit im Gebiete der Lautlehre nicht immer von Neuem Controversen auftauchen, welche man längst für beseitigt halten sollte."

Dies die Veranlassung, wenn ich im Folgenden, behufs der Entscheidung der Frage, ob in einem gegebenen Falle Luft durch die Nase ausströmt, d. h. die Gaumenklappe offen ist oder nicht, ein solches leichtes und einfaches Experiment empfehle, obschon es an sich als eine volksthümliche Probe zur Constatirung des eingetretenen Todes allgemein bekannt ist.

Das Experiment ist in der That so trivial und naheliegend, dass ich Bedenken tragen würde, damit vor die Oeffentlichkeit zu treten, wenn es nicht, trotz seiner Trivialität ein unübertreffliches Mittel wäre, die immer wiederkehrenden Zweifel über die Betheiligung des Nasenverschlusses beim Hervorbringen der reinen Vocale ein für allemal zu erledigen und zu beseitigen.

Um zu erfahren, ob beim Hervorbringen irgend eines Lautes Luft aus der Nase strömt oder nicht, halte ich nämlich einfach einen gewöhnlichen kleinen Handspiegel oder eine polirte Metallplatte, z. B. eine breite Messerklinge, in horizontaler Richtung unter die Nasenlöcher und beobachte, ob sich die blanke Oberfläche beschlägt oder nicht.

Die leiseste Spur eines Lufthauches macht sich auf dem kalten Glase oder Metall sofort durch niedergeschlagenen Wasserdampf bemerklich.

Diese Probe lässt an Empfindlichkeit, welche überdies durch Veränderung der Temperatur des Spiegels nach Belieben regulirt werden kann, nichts zu wünschen übrig, und übertrifft auch an Bequemlichkeit Brücke's Versuch mit dem brennenden Wachsstock *) bei weitem.

*) Grundzüge d. Phys. u. Syst. d. Sprachlaute, pag. 28.

Es kann sich nun Jedermann, der etwa noch zweifeln könnte, überzeugen, dass während des regelrechten Hervorbringens der reinen Vocale keine Luft aus der Nase hervorströmt, und dass somit die Gaumenklappe bei der Bildung der Vocale ohne Nasenton factisch geschlossen ist.

Um den Versuch recht sicher anzustellen, bringe man die möglichst rein intendirten Vocale continuirlich hervor, und schiebe den Spiegel erst dann unter die Nase, nachdem der Laut schon zu tönen angefangen, entferne jedoch den Spiegel, bevor der Laut zu tönen aufgehört. Der Spiegel bleibt vollkommen blank und unbehaucht, während reine Vocale hervorgebracht werden.

So wie man den Vocalen den Nasenton beigiebt, zeigt ein reichlicher Niederschlag von Wasserdämpfen auf dem Spiegel sofort das starke Ausströmen der Luft durch die Nase und das Geöffnetsein der Gaumenklappe an.

Hiernach könnte man geneigt sein zu vermuthen, dass reine und nasalirte Vocale sich bloss dadurch unterscheiden möchten, dass bei den ersteren die Luft durch den Mund allein, bei letzteren durch Mund und Nase zugleich ausströme.

Diese Vermuthung wäre jedoch unrichtig, denn Brücke sagt schon in seinen „Grundzügen etc." pag. 28: „dass es sich von selbst verstehe, dass nicht der Ausfluss der Luft aus der Nase als solcher den Nasenton hervorbringe, sondern die Schwingungen der Luft in der Nasenhöhle."

Die Luft in der Nasenhöhle wird aber nur dann in merkliche Schwingungen versetzt, wenn die Menge der durch die Nase ausströmenden Luft die durch die Stellung der hinreichend geöffneten Gaumenklappe in einem bestimmten Verhältniss steht zu jenem Luftstrome, welcher seinen Weg durch den Mund nimmt.

Deshalb nasalirte auch das von Brücke*) mit gewohntem Scharfsinne untersuchte Mädchen, dem das Gaumensegel durch Syphilis vollständig zerstört worden war, zwar alle Vocale, „aber

*) „Nachschrift zu H Prof. Kudelka's Abhandlung etc" pag. 91.

keineswegs „alle so stark, wie sie ein Gesunder zu nasaliren im Stande ist. Der Grund hiervon lag aber in dem Mangel des Gaumensegels, das bei uns, wenn es die Rachennasenöffnung nicht verschliesst, herabhängt und so den Weg, welcher der Luft gegen die Mundhöhle hin offen steht, beschränkt."

Nach dem Gesagten darf es uns daher nicht Wunder nehmen, dass die Vocale selbst dann noch keinen sehr auffallenden Nasenton erhalten, wenn man die Gaumenklappe mit Absicht ein klein wenig öffnet, so dass sich der Spiegel, der in dieser Beziehung das Ohr an Empfindlichkeit bei weitem übertrifft, schon zu beschlagen anfängt, oder, dass manche Menschen, die aus Unachtsamkeit, Bequemlichkeit, übler Angewöhnung oder regelwidriger Beschaffenheit der Sprachorgane, unabsichtlich die Gaumenklappe nicht absolut luftdicht schliessen — was die Spiegelprobe augenblicklich anzeigt — doch nicht nothwendig eine merklich näselnde Aussprache zu haben brauchen.

Uebrigens tritt bei sonst normalen Sprachorganen der zuletzt erwähnte ausnahmsweise Umstand am leichtesten hinsichtlich des *a* ein, was im besten Einklang steht mit der von mir zuerst experimentell ermittelten Thatsache, dass der mit der geringsten Hebung des Gaumensegels bewerkstelligte Nasenverschluss für *a*, auch viel weniger fest und innig ist als bei den übrigen Vocalen*).

Aber selbst dann, wenn diese Unvollkommenheit häufiger vorkommen sollte, könnte sie die feststehende allgemeine Regel, dass die reinen Vocale mit luftdicht geschlossener Gaumenklappe gebildet werden, nicht umstossen oder beeinträchtigen, da — sobald ausnahmsweise der Verschluss nicht absolut luftdicht ausfällt — bei der übermässigen Empfindlichkeit, deren die von mir empfohlene Spiegelprobe fähig ist, auch solche Lufthauche schon deutlich angezeigt werden, welche noch von keiner akustischen Bedeutung sein können und daher nur als zufällige Mangelhaftigkeit der reinen Vocalbildung betrachtet werden müssen.

*) L. c.

XVII.

Einige Beobachtungen über die Sprache bei vollständiger Verwachsung des Gaumensegels mit der hinteren Schlundwand.

Von

Professor **Johann Czermak.**

(Aus dem XXIX. Bande, S. 173, Nr. 8 des Jahrganges 1858 der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.)

Katharina D., gegenwärtig 14 Jahre alt, kam vor 2 Jahren mit Geschwüren am weichen Gaumen, den Gaumenbogen und der hinteren Rachenwand behaftet auf Prof. v. Dumreicher's Klinik und wurde daselbst als an Ozaena scrophulosa leidend mit Jodglycerin-Einpinselungen und adstringirenden Gurgelwässern behandelt. Der Verdacht auf Lues erwies sich als unbegründet.

Die Geschwüre wurden geheilt, dagegen konnte eine vollständige Verwachsung des Gaumensegels mit der hinteren Rachenwand nicht gehindert werden, so dass endlich die Nasenhöhle von hinten her luftdicht verschlossen wurde.

Die Patientin kann seither nur durch den Mund Athem schöpfen.

Auch die angewendete Spiegelprobe*), welche die leisesten Spuren von Luftströmungen durch die Nase anzeigt, gab ein negatives Resultat; der luftdichte Nasenverschluss unterliegt daher zur Zeit der Untersuchung keinem Zweifel.

---

*) Czermak, über reine und nasalirte Vocale Sitzb. Monat Februar l. J.

XVIII.

Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere.

Von

G. Valentin.

Achte Abtheilung.

§. 15. Ernährungsveränderungen der Gewebe während des Winterschlafes.

Die den Winterschlaf begleitende Abnahme des Körpergewichtes schliesst natürlich die Möglichkeit des Wachsthumes einzelner Gebilde nicht aus. Eine etwa vorkommende Vergrösserung mancher Gewebe könnte als die Folge einer anderen Massenvertheilung des hungernden Geschöpfes, das immer noch eine gewisse Menge von Sauerstoff aufnimmt, betrachtet werden. Diese würde aber von der absoluten Menge der Masse völlig unabhängig und daher mit jedem beliebigen Wechsel des Körpergewichtes denkbarer Weise verbunden sein.

Ich suchte zunächst die Frage an den äusseren Körpergebilden zu verfolgen. Die Haare, die Nägel und die Zähne gaben hierfür die nöthigen Anhaltspunkte.

Hat man eine Hautstelle am Anfange des Winterschlafes kahl geschoren, so findet man nach mehreren Monaten, dass die Haare wenig gewachsen sind. Die Tasthaare eignen sich am Besten, die Veränderung quantitativ zu verfolgen. Zwei Umstände hindern aber auch hier zu vollkommen scharfen Ergebnissen zu gelangen. Man muss natürlich die Länge von der Oberfläche der Haut aus bestim-

men. Die Elasticität der Letzteren macht aber den Ausgangspunkt veränderlich. Die Grösse, um welche der hornige Haarschaft über der Oberfläche der Haut hervorsteht, hängt von der Dicke der Hautgebilde ab. Verkleinert sich diese aus irgend einem Grunde, so wird natürlich der Haarschaft scheinbar länger geworden, nicht aber deswegen in Wirklichkeit gewachsen sein, wie ja auch der Leichnam eines Menschen, der kurz vor dem Tode rasirt wurde, unrasirt erscheint, weil später die Haut eingesunken ist. Ungleichheiten in der Vertheilung des Blutes und der Ernährungsflüssigkeit könnten etwas Aehnliches in den winterschlafenden Murmelthieren herbeiführen.

Diese Gründe bewogen mich, nur wenige Messungen anzustellen. Ich schnitt den 1sten März die Tasthaare des einjährigen, in der letzten Abtheilung erwähnten Murmelthieres J so weit ab, dass sie nur 1½ Millimeter über der Haut hervorragten. Ihre Länge betrug 2¾ bis 4 Mm. ungefähr einen und einen halben Tag nach dem Tode des Thieres, der in der Nacht zwischen dem 18. und dem 19. April erfolgte. Das Körpergewicht hatte in der Zwischenzeit von 738,7 Grm. auf 469,0 Grm. oder um 0,37 abgenommen. Das Thier befand sich dabei 26 Tage lang in stärkerem oder schwächerem Winterschlafe, lag 4 Tage im Schlaftaumel und wachte 18 Tage lang. Der letztere grosse Werth rührt davon her, dass es nur einen Tag vor dem Tode noch ein Mal einschlief, sonst dagegen 10 Tage mit Unterbrechung eines einzigen wach blieb, ohne Nahrung zu sich zu nehmen. Wir haben dessenungeachtet ein nur geringes Wachsthum der Tasthaare. Denn beinahe 8 Wochen Zwischenzeit geben im günstigsten Falle 2½ Mm. Längenzunahme.

Die Hornkrallen der Zehen der Hinterfüsse dienten zu einer anderen Beobachtungsreihe. Da sie bogig gekrümmt sind, so mass ich die Sehne einer jeden und nahm den Ort, an welchem der weiche Zehenballen und die Hornmasse winkelig zusammenstossen, als einen und die Spitze der letzteren als den zweiten Grenzpunkt. Die Unsicherheit der Ausgangsstellen kann hier Schwankungen von ½ und selbst von ½ Millimeter herbeiführen.

Das Murmelthier E wog 2005,1 Grm. am 1sten Februar, an dem die erste Bestimmung vorgenommen wurde, und 1600,3 Grm. einen Tag vor dem am 17. April bei Gelegenheit eines Manometerversuches eingetretenen Tode. Es hatte 64 Tage fast immer fest geschlafen, befand sich 5 Tage lang im Schlaftaumel und wachte 7 Tage der 76 bis 77 Tage umfassenden Versuchszeit. Die Messungen gaben:

Theil.		Sehnenlänge der Kralle in Millimeter		
		am Anfange.	am Ende.	Unterschied.
Rechter Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	$6\frac{3}{4}$.	$6\frac{1}{2}$.	$-\frac{1}{4}$.
	Zeigefingers.	$8\frac{3}{4}$.	9.	$+\frac{1}{4}$.
	Mittelfingers.	$8\frac{3}{4}$.	$8\frac{3}{4}$.	0.
	vierten Fingers.	$7\frac{1}{2}$.	$7\frac{3}{4}$.	$+\frac{1}{4}$.
	kleinen Fingers.	6.	$6\frac{1}{2}$.	$+\frac{1}{2}$.
Linker Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	$8\frac{3}{4}$.	$8\frac{1}{2}$.	$-\frac{1}{4}$.
	Zeigefingers.	9.	9.	0.
	Mittelfingers.	9.	$8\frac{3}{4}$.	$-\frac{1}{4}$.
	vierten Eingers.	7.	7.	0.
	kleinen Fingers.	$5\frac{1}{2}$.	$5\frac{3}{4}$.	$+\frac{1}{4}$.

Da das Thier in dem Behälter eingeschlossen blieb, so dass es die Krallen nicht wesentlich durch Abnutzung verkürzen konnte, so beruhen wahrscheinlich die negativen Unterschiede auf blossen Messungsfehlern. Die positiven Differenzen sind aber so klein, dass ihnen die gleiche Ursache zum Grunde liegen kann. Sie lassen auf ein nur unbedeutendes Wachsthum im günstigsten Falle zurückschliessen.

Dasselbe bestätigte sich für das Murmelthier G. Die Messungen wurden hier den 1sten Februar und den 20. April, einen Tag nach dem Tode vorgenommen. Das Körpergewicht ging in dieser Zwischenzeit von 1561,3 Grm. auf 1242,7 Grm. herunter. Sie umfasste 61 Tage des zum grössten Theile festen Schlafes, 3 des Schlaftaumels und 14 des Wachens. Man hatte:

Murmelthier.	Theil.		Länge in Millimeter		
			am Anfange.	am Ende.	Unterschied.
G.	Oberkiefer.	Grösste Länge des rechten Nagezahnes.	13,0.	12½.	−½
		Desgl. des linken.	11,0.	11,0.	0.
		Freie Lücke zwischen beiden unter dem häutigen Dreiecker.	5.	4¾.	−¼.
	Unterkiefer.	Grösste Länge des Innenrandes des rechten Zahnes.	16½.	16⅓.	−⅙.
		Desgl. des linken.	16¼.	16½.	+¼.
E.	Oberkiefer.	Rechter Nagezahn.	11½.	11½.	0.
		Linker Nagezahn.	11½.	11½.	0.
		Freie Lücke.	5.	5½.	+½.
	Unterkiefer.	Rechter Nagezahn.	19½.	18¾.	−¾.
		Linker Nagezahn.	19½.	18¾.	−¾.
E.	Wechselseitige Entfernung der beiden Feilstriche am rechten oberen Nagezahn.		5⅓	5⅚.	+⅙.
	Der ähnliche Abstand in dem gleichartigen unteren Zahne.		3¼.	3.	−⅓.

Da die Gelegenheit des Nagens mangelte, so hätte man ein Auswachsen der Zähne erwarten sollen. Die entgegengesetzte Antwort, welche die unmittelbare Messung giebt, lehrt daher, dass auch kein irgend bedeutendes Wachsthum während des Winterschlafes stattgefunden hat. Das Murmelthier F dagegen zeigte wieder eine Verlängerung von 1 bis 1¾ Mm. für die Nagezähne des Unterkiefers.

Wir werden aus diesen Thatsachen schliessen, dass kein irgend beträchtliches Wachsthum der Haare, der Krallen und der Zähne während der Erstarrungszeit stattfindet. Bedenken wir, dass die Zahl von Tagen, in denen das Thier wachte, 9,2% der Beobachtungsperiode für E und 18% für G betrugen, so können wir um so eher folgern, dass die Wachsthumsgrösse, die während des festen Schlafes auftritt, nicht weit von Null entfernt liegt.

Theil.		Sehnenlänge der Kralle in Millimeter		
		den 15. Februar.	den 22. Mai.	Unterschied.
Rechter Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	7.	$8\frac{3}{4}$.	$+1\frac{3}{4}$.
	Zeigefingers.	$10\frac{1}{2}$.	11.	$+\frac{1}{2}$.
	Mittelfingers.	$10\frac{3}{4}$.	$11\frac{1}{2}$.	$+\frac{3}{4}$.
	vierten Fingers.	$10\frac{1}{4}$.	11.	$+\frac{3}{4}$.
Linker Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	7.	8.	+1.
	Zeigefingers.	$10\frac{3}{4}$.	11.	$+\frac{1}{4}$.
	Mittelfingers.	11.	12.	+1.
	vierten Fingers.	10.	11.	+1.
	kleinen Fingers.	$8\frac{1}{5}$.	$8\frac{1}{2}$.	$+\frac{4}{5}$.

Diese Werthe zeugen für ein nicht unbedeutendes Wachsthum trotz der beträchtlichen wahrscheinlichen Fehlergrössen, mit denen sie behaftet sind. Das Thier war während des Wachens in einem mit Blei ausgeschlagenen Kasten, von Heu umgeben, aufbewahrt worden. Sichere Zeichen eines hohen Grades von Abnutzung der Nägel konnten nicht bemerkt werden.

Die Lebhaftigkeit des Wachsthumes während des wachen Zustandes zeigte sich am Entschiedensten an einem Nagelstumpfe des kleinen Fingers des rechten Hinterfusses. Dieser hatte um ungefähr 2 Mm. an Sehnenlänge zugenommen, war an seinem Ende merklich abgerundet und erschien daher missgestaltet und anders geformt, als während des Winterschlafes.

Aehnliche Beobachtungen, die ich an den freien Theilen der Nagezähne anstellte, führten ebenfalls nur zu negativen Ergebnissen für die Dauer der Erstarrungszeit. Ich mass nicht bloss die Längen, sondern legte noch Feilstriche in bestimmten Entfernungen an, um so ein Urtheil über ein etwaiges interstitielles Wachsthum zu gewinnen. Die Zwischenzeiten glichen denen, die bei Gelegenheit der Krallen angeführt wurden. Es fand sich;

Selbstbeobachtung überzeugen kann, statt der Mediae Laute hervorbringen, welche den entsprechenden Resonanten täuschend ähnlich sind; hat doch Kempelen selbst, ehe er den wahren Unterschied der Tenues von den Mediae aufgefunden hatte, geglaubt, dass sich z. B. das *b* vom *p* durch ein vorlau'endes *m* unterscheide.

Freilich lassen sich die für die Resonanten vicariirenden Blählaute nicht continuirlich hervorbringen, weil die aus der zum Tönen verengten Stimmritze hervorströmende Luft den allseitig gesperrten Raum alsbald so sehr erfüllt, dass ein Nachströmen derselben unmöglich wird. Deshalb spricht das Mädchen ihre Resonanten-Surrogate auch sehr kurz und zerfällt, wenn sie besonders deutlich sprechen will, den Rosonanten der dritten Reihe, welchen Brücke mit *n* bezeichnet und bei welchem der Verschluss der Mundhöhle weit hinten am Gaumen geschieht, sogar unwillkürlich in ihr unvollkommenes *n* und *g*. Sie sagt dann Wan-ge, Klin-gel etc.

Bemerkenswerth ist noch der Umstand, dass das Mädchen jedesmal die Nasenflügel, mit dem Bestreben die Nasenlöcher zu verengen, bewegt, wenn sie sich anstrengt einen der Resonanten möglichst deutlich hervorzubringen.

Diese seltsamen Mitbewegungen deuten darauf hin, dass die Patientin, wenn sie Resonanten intendirt, instinctiv Alles thut, was unter so ungünstigen Umständen beitragen kann, das Mitschwingen der Nasenluft zu begünstigen.

Es ist daher auch wahrscheinlich, dass sie auch das Gaumensegel für die Resonanten möglichst erschlafft, für die Mediae aber mehr anspannt und dass so bei den ersteren mehr von den Schwingungen auf die Luft der Nasenhöhle sich fortpflanzen als bei den letzteren.

4) Das *R* uvulare kann das Mädchen natürlich nicht sprechen, da vom Zäpfchen so gut wie nichts vorhanden ist; sie bildet das *R* mit der Zungenspitze.

5) Da das Mädchen die Resonanten so geschickt durch die entsprechenden Blählaute zu ersetzen versteht, und da alle übrigen Laute, mit Ausnahme der nasalirten Vocale, welche im Deutschen gar nicht vorkommen, ohnehin mit geschlossener Gaumenklappe gebil-

det werden, so wird ihre Sprache durch die erlittene Missbildung weit weniger beeinträchtigt als man erwarten durfte. Die einzige Unvollkommenheit, welche sich in störender Weise geltend macht, ist ein gewisses Stocken im Flusse der Rede, welches daher rührt, dass die sich beim Aussprechen mancher Lautfolgen ansammelnde Luft bei ihr nur durch den Mund austreten kann, während sie bei Gesunden durch Oeffnen der Gaumenklappe unmerklich und ohne die Lautbildung zu coupiren entweicht. Hält sich ein Gesunder beim Sprechen die Nase zu, so fühlt er alsbald jenes durch die Luftanhäufung gesetzte Hinderniss, welches bei dem Mädchen aus naheliegenden Gründen noch früher und weit störender auftreten muss.

XVIII.

Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere.

Von

G. Valentin.

Achte Abtheilung.

§. 15. Ernährungsveränderungen der Gewebe während des Winterschlafes.

Die den Winterschlaf begleitende Abnahme des Körpergewichtes schliesst natürlich die Möglichkeit des Wachsthumes einzelner Gebilde nicht aus. Eine etwa vorkommende Vergrösserung mancher Gewebe könnte als die Folge einer anderen Massenvertheilung des hungernden Geschöpfes, das immer noch eine gewisse Menge von Sauerstoff aufnimmt, betrachtet werden. Diese würde aber von der absoluten Menge der Masse völlig unabhängig und daher mit jedem beliebigen Wechsel des Körpergewichtes denkbarer Weise verbunden sein.

Ich suchte zunächst die Frage an den äusseren Körpergebilden zu verfolgen. Die Haare, die Nägel und die Zähne gaben hierfür die nöthigen Anhaltspunkte.

Hat man eine Hautstelle am Anfange des Winterschlafes kahl geschoren, so findet man nach mehreren Monaten, dass die Haare wenig gewachsen sind. Die Tasthaare eignen sich am Besten, die Veränderung quantitativ zu verfolgen. Zwei Umstände hindern aber auch hier zu vollkommen scharfen Ergebnissen zu gelangen. Man muss natürlich die Länge von der Oberfläche der Haut aus bestim-

men. Die Elasticität der Letzteren macht aber den Ausgangspunkt veränderlich. Die Grösse, um welche der hornige Haarschaft über der Oberfläche der Haut hervorsteht, hängt von der Dicke der Hautgebilde ab. Verkleinert sich diese aus irgend einem Grunde, so wird natürlich der Haarschaft scheinbar länger geworden, nicht aber deswegen in Wirklichkeit gewachsen sein, wie ja auch der Leichnam eines Menschen, der kurz vor dem Tode rasirt wurde, unrasirt erscheint, weil später die Haut eingesunken ist. Ungleichheiten in der Vertheilung der Blutes und der Ernährungsflüssigkeit könnten etwas Aehnliches in den winterschlafenden Murmelthieren herbeiführen.

Diese Gründe bewogen mich, nur wenige Messungen anzustellen. Ich schnitt den 1sten März die Tasthaare des einjährigen, in der letzten Abtheilung erwähnten Murmelthieres J so weit ab, dass sie nur $1^1/_2$ Millimeter über der Haut hervorragten. Ihre Länge betrug $2^3/_4$ bis 4 Mm. ungefähr einen und einen halben Tag nach dem Tode des Thieres, der in der Nacht zwischen dem 18. und dem 19. April erfolgte. Das Körpergewicht hatte in der Zwischenzeit von 738,7 Grm. auf 469,0 Grm. oder um 0,37 abgenommen. Das Thier befand sich dabei 26 Tage lang in stärkerem oder schwächerem Winterschlafe, lag 4 Tage im Schlaftaumel und wachte 18 Tage lang. Der letztere grosse Werth rührt davon her, dass es nur einen Tag vor dem Tode noch ein Mal einschlief, sonst dagegen 10 Tage mit Unterbrechung eines einzigen wach blieb, ohne Nahrung zu sich zu nehmen. Wir haben dessenungeachtet ein nur geringes Wachsthum der Tasthaare. Denn beinahe 8 Wochen Zwischenzeit geben im günstigsten Falle $2^1/_2$ Mm. Längenzunahme.

Die Hornkrallen der Zehen der Hinterfüsse dienten zu einer anderen Beobachtungsreihe. Da sie bogig gekrümmt sind, so mass ich die Sehne einer jeden und nahm den Ort, an welchem der weiche Zehenballen und die Hornmasse winkelig zusammenstossen, als einen und die Spitze der letzteren als den zweiten Grenzpunkt. Die Unsicherheit der Ausgangsstellen kann hier Schwankungen von $^1/_3$ und selbst von $^1/_2$ Millimeter herbeiführen.

Das Murmelthier E wog 2005,1 Grm. am 1sten Februar, an dem die erste Bestimmung vorgenommen wurde, und 1600,3 Grm. einen Tag vor dem am 17. April bei Gelegenheit eines Manometerversuches eingetretenen Tode. Es hatte 64 Tage fast immer fest geschlafen, befand sich 5 Tage lang im Schlaftaumel und wachte 7 Tage der 76 bis 77 Tage umfassenden Versuchszeit. Die Messungen gaben:

Theil.		Sehnenlänge der Kralle in Millimeter		
		am Anfange.	am Ende.	Unterschied.
Rechter Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	$6\frac{3}{4}$.	$6\frac{1}{2}$.	$-\frac{1}{4}$.
	Zeigefingers.	$8\frac{3}{4}$.	9.	$+\frac{1}{4}$.
	Mittelfingers.	$8\frac{3}{4}$.	$8\frac{3}{4}$.	0.
	vierten Fingers.	$7\frac{1}{2}$.	$7\frac{3}{4}$.	$+\frac{1}{4}$.
	kleinen Fingers.	6.	$6\frac{1}{2}$.	$+\frac{1}{2}$.
Linker Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	$8\frac{3}{4}$.	$8\frac{1}{2}$.	$-\frac{1}{4}$.
	Zeigefingers.	9.	9.	0.
	Mittelfingers.	9.	$8\frac{3}{4}$.	$-\frac{1}{4}$.
	vierten Eingers.	7.	7.	0.
	kleinen Fingers.	$5\frac{1}{2}$.	$5\frac{3}{4}$.	$+\frac{1}{4}$.

Da das Thier in dem Behälter eingeschlossen blieb, so dass es die Krallen nicht wesentlich durch Abnutzung verkürzen konnte, so beruhen wahrscheinlich die negativen Unterschiede auf blossen Messungsfehlern. Die positiven Differenzen sind aber so klein, dass ihnen die gleiche Ursache zum Grunde liegen kann. Sie lassen auf ein nur unbedeutendes Wachsthum im günstigsten Falle zurückschliessen.

Dasselbe bestätigte sich für das Murmelthier G. Die Messungen wurden hier den 1sten Februar und den 20. April, einen Tag nach dem Tode vorgenommen. Das Körpergewicht ging in dieser Zwischenzeit von 1561,3 Grm. auf 1242,7 Grm. herunter. Sie umfasste 61 Tage des zum grössten Theile festen Schlafes, 3 des Schlaftaumels und 14 des Wachens. Man hatte:

men. Die Elasticität der Letzteren macht aber den Ausgangspunkt veränderlich. Die Grösse, um welche der hornige Haarschaft über der Oberfläche der Haut hervorsteht, hängt von der Dicke der Hautgebilde ab. Verkleinert sich diese aus irgend einem Grunde, so wird natürlich der Haarschaft scheinbar länger geworden, nicht aber deswegen in Wirklichkeit gewachsen sein, wie ja auch der Leichnam eines Menschen, der kurz vor dem Tode rasirt wurde, unrasirt erscheint, weil später die Haut eingesunken ist. Ungleichheiten in der Vertheilung der Blutes und der Ernährungsflüssigkeit könnten etwas Aehnliches in den winterschlafenden Murmelthieren herbeiführen.

Diese Gründe bewogen mich, nur wenige Messungen anzustellen. Ich schnitt den 1sten März die Tasthaare des einjährigen, in der letzten Abtheilung erwähnten Murmelthieres J so weit ab, dass sie nur 1½ Millimeter über der Haut hervorragten. Ihre Länge betrug 2¾ bis 4 Mm, ungefähr einen und einen halben Tag nach dem Tode des Thieres, der in der Nacht zwischen dem 18. und dem 19. April erfolgte. Das Körpergewicht hatte in der Zwischenzeit von 738,7 Grm. auf 469,0 Grm. oder um 0,37 abgenommen. Das Thier befand sich dabei 26 Tage lang in stärkerem oder schwächerem Winterschlafe, lag 4 Tage im Schlaftaumel und wachte 18 Tage lang. Der letztere grosse Werth rührt davon her, dass es nur einen Tag vor dem Tode noch ein Mal einschlief, sonst dagegen 10 Tage mit Unterbrechung eines einzigen wach blieb, ohne Nahrung zu sich zu nehmen. Wir haben dessenungeachtet ein nur geringes Wachsthum der Tasthaare. Denn beinahe 8 Wochen Zwischenzeit geben im günstigsten Falle 2½ Mm. Längenzunahme.

Die Hornkrallen der Zehen der Hinterfüsse dienten zu einer anderen Beobachtungsreihe. Da sie bogig gekrümmt sind, so mass ich die Sehne einer jeden und nahm den Ort, an welchem der weiche Zehenballen und die Hornmasse winkelig zusammenstossen, als einen und die Spitze der letzteren als den zweiten Grenzpunkt. Die Unsicherheit der Ausgangsstellen kann hier Schwankungen von ½ und selbst von ½ Millimeter herbeiführen.

Theil.		Sehnenlänge der Kralle in Millimeter		
		den 15. Februar.	den 22. Mai.	Unterschied.
Rechter Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	7.	$8^3/_4$.	$+1^3/_4$.
	Zeigefingers.	$10^1/_2$.	11.	$+^1/_2$.
	Mittelfingers.	$10^3/_4$.	$11^1/_2$.	$+^3/_4$.
	vierten Fingers.	$10^1/_4$.	11.	$+^3/_4$.
Linker Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	7.	8.	+1.
	Zeigefingers.	$10^3/_4$.	11.	$+^1/_4$.
	Mittelfingers.	11.	12.	+1.
	vierten Fingers.	10.	11.	+1.
	kleinen Fingers.	$8^1/_5$.	$8^1/_2$.	$+^4/_5$.

Diese Werthe zeugen für ein nicht unbedeutendes Wachsthum trotz der beträchtlichen wahrscheinlichen Fehlergrössen, mit denen sie behaftet sind. Das Thier war während des Wachens in einem mit Blei ausgeschlagenen Kasten, von Heu umgeben, aufbewahrt worden. Sichere Zeichen eines hohen Grades von Abnutzung der Nägel konnten nicht bemerkt werden.

Die Lebhaftigkeit des Wachsthumes während des wachen Zustandes zeigte sich am Entschiedensten an einem Nagelstumpfe des kleinen Fingers des rechten Hinterfusses. Dieser hatte um ungefähr 2 Mm. an Sehnenlänge zugenommen, war an seinem Ende merklich abgerundet und erschien daher missgestaltet und anders geformt, als während des Winterschlafes.

Aehnliche Beobachtungen, die ich an den freien Theilen der Nagezähne anstellte, führten ebenfalls nur zu negativen Ergebnissen für die Dauer der Erstarrungszeit. Ich mass nicht bloss die Längen, sondern legte noch Feilstriche in bestimmten Entfernungen an, um so ein Urtheil über ein etwaiges interstitielles Wachsthum zu gewinnen. Die Zwischenzeiten glichen denen, die bei Gelegenheit der Krallen angeführt wurden. Es fand sich;

XVIII.

Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere.

Von

G. Valentin.

Achte Abtheilung.

§. 15. Ernährungsveränderungen der Gewebe während des Winterschlafes.

Die den Winterschlaf begleitende Abnahme des Körpergewichtes schliesst natürlich die Möglichkeit des Wachsthumes einzelner Gebilde nicht aus. Eine etwa vorkommende Vergrösserung mancher Gewebe könnte als die Folge einer anderen Massenvertheilung des hungernden Geschöpfes, das immer noch eine gewisse Menge von Sauerstoff aufnimmt, betrachtet werden. Diese würde aber von der absoluten Menge der Masse völlig unabhängig und daher mit jedem beliebigen Wechsel des Körpergewichtes denkbarer Weise verbunden sein.

Ich suchte zunächst die Frage an den äusseren Körpergebilden zu verfolgen. Die Haare, die Nägel und die Zähne gaben hierfür die nöthigen Anhaltspunkte.

Hat man eine Hautstelle am Anfange des Winterschlafes kahl geschoren, so findet man nach mehreren Monaten, dass die Haare wenig gewachsen sind. Die Tasthaare eignen sich am Besten, die Veränderung quantitativ zu verfolgen. Zwei Umstände hindern aber auch hier zu vollkommen scharfen Ergebnissen zu gelangen. Man muss natürlich die Länge von der Oberfläche der Haut aus bestim-

men. Die Elasticität der Letzteren macht aber den Ausgangspunkt veränderlich. Die Grösse, um welche der hornige Haarschaft über der Oberfläche der Haut hervorsteht, hängt von der Dicke der Hautgebilde ab. Verkleinert sich diese aus irgend einem Grunde, so wird natürlich der Haarschaft scheinbar länger geworden, nicht aber deswegen in Wirklichkeit gewachsen sein, wie ja auch der Leichnam eines Menschen, der kurz vor dem Tode rasirt wurde, unrasirt erscheint, weil später die Haut eingesunken ist. Ungleichheiten in der Vertheilung der Blutes und der Ernährungsflüssigkeit könnten etwas Aehnliches in den winterschlafenden Murmelthieren herbeiführen.

Diese Gründe bewogen mich, nur wenige Messungen anzustellen. Ich schnitt den 1sten März die Tasthaare des einjährigen, in der letzten Abtheilung erwähnten Murmelthieres J so weit ab, dass sie nur 1½ Millimeter über der Haut hervorragten. Ihre Länge betrug 2¾ bis 4 Mm, ungefähr einen und einen halben Tag nach dem Tode des Thieres, der in der Nacht zwischen dem 18. und dem 19. April erfolgte. Das Körpergewicht hatte in der Zwischenzeit von 738,7 Grm. auf 469,0 Grm. oder um 0,37 abgenommen. Das Thier befand sich dabei 26 Tage lang in stärkerem oder schwächerem Winterschlafe, lag 4 Tage im Schlaftaumel und wachte 18 Tage lang. Der letztere grosse Werth rührt davon her, dass es nur einen Tag vor dem Tode noch ein Mal einschlief, sonst dagegen 10 Tage mit Unterbrechung eines einzigen wach blieb, ohne Nahrung zu sich zu nehmen. Wir haben dessenungeachtet ein nur geringes Wachsthum der Tasthaare. Denn beinahe 8 Wochen Zwischenzeit geben im günstigsten Falle 2½ Mm. Längenzunahme.

Die Hornkrallen der Zehen der Hinterfüsse dienten zu einer anderen Beobachtungsreihe. Da sie bogig gekrümmt sind, so mass ich die Sehne einer jeden und nahm den Ort, an welchem der weiche Zehenballen und die Hornmasse winkelig zusammenstossen, als einen und die Spitze der letzteren als den zweiten Grenzpunkt. Die Unsicherheit der Ausgangsstellen kann hier Schwankungen von ⅛ und selbst von ¼ Millimeter herbeiführen.

Das Murmelthier E wog 2005,1 Grm. am 1sten Februar, an dem die erste Bestimmung vorgenommen wurde, und 1600,3 Grm. einen Tag vor dem am 17. April bei Gelegenheit eines Manometerversuches eingetretenen Tode. Es hatte 64 Tage fast immer fest geschlafen, befand sich 5 Tage lang im Schlaftaumel und wachte 7 Tage der 76 bis 77 Tage umfassenden Versuchszeit. Die Messungen gaben:

Theil.		Sehnenlänge der Kralle in Millimeter		
		am Anfange.	am Ende.	Unterschied.
Rechter Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	$6\frac{3}{4}$.	$6\frac{1}{2}$.	$-\frac{1}{4}$.
	Zeigefingers.	$8\frac{3}{4}$.	9.	$+\frac{1}{4}$.
	Mittelfingers.	$8\frac{3}{4}$.	$8\frac{3}{4}$.	0.
	vierten Fingers.	$7\frac{1}{2}$.	$7\frac{3}{4}$.	$+\frac{1}{4}$.
	kleinen Fingers.	6.	$6\frac{1}{2}$.	$+\frac{1}{2}$.
Linker Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	$8\frac{3}{4}$.	$8\frac{1}{2}$.	$-\frac{1}{4}$.
	Zeigefingers.	9.	9.	0.
	Mittelfingers.	9.	$8\frac{3}{4}$.	$-\frac{1}{4}$.
	vierten Eingers.	7.	7.	0.
	kleinen Fingers.	$5\frac{1}{2}$.	$5\frac{3}{4}$.	$+\frac{1}{4}$.

Da das Thier in dem Behälter eingeschlossen blieb, so dass es die Krallen nicht wesentlich durch Abnutzung verkürzen konnte, so beruhen wahrscheinlich die negativen Unterschiede auf blossen Messungsfehlern. Die positiven Differenzen sind aber so klein, dass ihnen die gleiche Ursache zum Grunde liegen kann. Sie lassen auf ein nur unbedeutendes Wachsthum im günstigsten Falle zurückschliessen.

Dasselbe bestätigte sich für das Murmelthier G. Die Messungen wurden hier den 1sten Februar und den 20. April, einen Tag nach dem Tode vorgenommen. Das Körpergewicht ging in dieser Zwischenzeit von 1561,3 Grm. auf 1242,7 Grm. herunter. Sie umfasste 61 Tage des zum grössten Theile festen Schlafes, 3 des Schlaftaumels und 14 des Wachens. Man hatte:

Selbstbeobachtung überzeugen kann, statt der Mediae Laute hervorbringen, welche den entsprechenden Resonanten täuschend ähnlich sind; hat doch Kempelen selbst, ehe er den wahren Unterschied der Tenues von den Mediae aufgefunden hatte, geglaubt, dass sich z. B. das *b* vom *p* durch ein vorlau'endes *m* unterscheide.

Freilich lassen sich die für die Resonanten vicariirenden Blählaute nicht continuirlich hervorbringen, weil die aus der zum Tönen verengten Stimmritze hervorströmende Luft den allseitig gesperrten Raum alsbald so sehr erfüllt, dass ein Nachströmen derselben unmöglich wird. Deshalb spricht das Mädchen ihre Resonanten-Surrogate auch sehr kurz und zerfällt, wenn sie besonders deutlich sprechen will, den Resonanten der dritten Reihe, welchen Brücke mit *n* bezeichnet und bei welchem der Verschluss der Mundhöhle weit hinten am Gaumen geschieht, sogar unwillkürlich in ihr unvollkommenes *n* und *g*. Sie sagt dann Wan-ge, Klin-gel etc.

Bemerkenswerth ist noch der Umstand, dass das Mädchen jedesmal die Nasenflügel, mit dem Bestreben die Nasenlöcher zu verengen, bewegt, wenn sie sich anstrengt einen der Resonanten möglichst deutlich hervorzubringen.

Diese seltsamen Mitbewegungen deuten darauf hin, dass die Patientin, wenn sie Resonanten intendirt, instinctiv Alles thut, was unter so ungünstigen Umständen beitragen kann, das Mitschwingen der Nasenluft zu begünstigen.

Es ist daher auch wahrscheinlich, dass sie auch das Gaumensegel für die Resonanten möglichst erschlafft, für die Mediae aber mehr anspannt und dass so bei den ersteren mehr von den Schwingungen auf die Luft der Nasenhöhle sich fortpflanzen als bei den letzteren.

4) Das *R* uvulare kann das Mädchen natürlich nicht sprechen, da vom Zäpfchen so gut wie nichts vorhanden ist; sie bildet das *R* mit der Zungenspitze.

5) Da das Mädchen die Resonanten so geschickt durch die entsprechenden Blählaute zu ersetzen versteht, und da alle übrigen Laute, mit Ausnahme der nasalirten Vocale, welche im Deutschen gar nicht vorkommen, ohnehin mit geschlossener Gaumenklappe gebil-

Theil.		Sehnenlänge der Kralle in Millimeter		
		den 15. Februar.	den 22. Mai.	Unterschied.
Rechter Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	7.	$8^3/_4$.	$+1^3/_4$.
	Zeigefingers.	$10^1/_2$.	11.	$+^1/_2$.
	Mittelfingers.	$10^3/_4$.	$11^1/_2$.	$+^3/_4$.
	vierten Fingers.	$10^1/_4$.	11.	$+^3/_4$.
Linker Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	7.	8.	+1.
	Zeigefingers.	$10^3/_4$.	11.	$+^1/_4$.
	Mittelfingers.	11.	12.	+1.
	vierten Fingers.	10.	11.	+1.
	kleinen Fingers.	$8^1/_5$.	$8^1/_2$.	$+^4/_5$.

Diese Werthe zeugen für ein nicht unbedeutendes Wachsthum trotz der beträchtlichen wahrscheinlichen Fehlergrössen, mit denen sie behaftet sind. Das Thier war während des Wachens in einem mit Blei ausgeschlagenen Kasten, von Heu umgeben, aufbewahrt worden. Sichere Zeichen eines hohen Grades von Abnutzung der Nägel konnten nicht bemerkt werden.

Die Lebhaftigkeit des Wachsthumes während des wachen Zustandes zeigte sich am Entschiedensten an einem Nagelstumpfe des kleinen Fingers des rechten Hinterfusses. Dieser hatte um ungefähr 2 Mm. an Sehnenlänge zugenommen, war an seinem Ende merklich abgerundet und erschien daher missgestaltet und anders geformt, als während des Winterschlafes.

Aehnliche Beobachtungen, die ich an den freien Theilen der Nagezähne anstellte, führten ebenfalls nur zu negativen Ergebnissen für die Dauer der Erstarrungszeit. Ich mass nicht bloss die Längen, sondern legte noch Feilstriche in bestimmten Entfernungen an, um so ein Urtheil über ein etwaiges interstitielles Wachsthum zu gewinnen. Die Zwischenzeiten glichen denen, die bei Gelegenheit der Krallen angeführt wurden. Es fand sich;

Murmelthier.	Theil.		Länge in Millimeter		
			am Anfange.	am Ende.	Unterschied.
G.	Oberkiefer.	Grösste Länge des rechten Nagezahnes.	13,0.	$12\frac{1}{2}$.	$-\frac{1}{2}$
		Desgl. des linken.	11,0.	11,0.	0.
		Freie Lücke zwischen beiden unter dem häutigen Dreiecker.	5.	$4\frac{3}{4}$.	$-\frac{1}{4}$.
	Unterkiefer.	Grösste Länge des Innenrandes des rechten Zahnes.	$16\frac{1}{2}$.	$16\frac{1}{3}$.	$-\frac{1}{6}$.
		Desgl. des linken.	$16\frac{1}{4}$.	$16\frac{1}{2}$.	$+\frac{1}{4}$.
E.	Oberkiefer.	Rechter Nagezahn.	$11\frac{1}{2}$.	$11\frac{1}{2}$.	0.
		Linker Nagezahn.	$11\frac{1}{2}$.	$11\frac{1}{2}$.	0.
		Freie Lücke.	5.	$5\frac{1}{2}$.	$+\frac{1}{2}$.
	Unterkiefer.	Rechter Nagezahn.	$19\frac{1}{4}$.	$18\frac{3}{4}$.	$-\frac{3}{4}$.
		Linker Nagezahn.	$19\frac{1}{2}$.	$18\frac{3}{4}$.	$-\frac{3}{4}$.
E.	Wechselseitige Entfernung der beiden Feilstriche am rechten oberen Nagezahn.		$5\frac{1}{3}$	$5\frac{3}{8}$.	$+\frac{1}{8}$.
	Der ähnliche Abstand in dem gleichartigen unteren Zahne.		$3\frac{1}{4}$.	3.	$-\frac{1}{3}$.

Da die Gelegenheit des Nagens mangelte, so hätte man ein Auswachsen der Zähne erwarten sollen. Die entgegengesetzte Antwort, welche die unmittelbare Messung giebt, lehrt daher, dass auch kein irgend bedeutendes Wachsthum während des Winterschlafes stattgefunden hat. Das Murmelthier F dagegen zeigte wieder eine Verlängerung von 1 bis $1\frac{3}{4}$ Mm. für die Nagezähne des Unterkiefers.

Wir werden aus diesen Thatsachen schliessen, dass kein irgend beträchtliches Wachsthum der Haare, der Krallen und der Zähne während der Erstarrungszeit stattfindet. Bedenken wir, dass die Zahl von Tagen, in denen das Thier wachte, 9,2% der Beobachtungsperiode für E und 18% für G betrugen, so können wir um so eher folgern, dass die Wachsthumsgrösse, die während des festen Schlafes auftritt, nicht weit von Null entfernt liegt.

Keine Erscheinung deutet bis jetzt an, dass sich irgend ein innerer Theil während der Erstarrungszeit durchgreifend ändert. Die mikroskopische Untersuchung der Gewebe liefert hierfür keine Anhaltspunkte. Wie wenig übrigens die blosse mikroskopische Betrachtung hier leiten könne, zeigen am besten die Muskeln und die Nerven. Ihre Gewebe bieten die gewöhnlichen Bilder am Anfange und am Ende des Winterschlafes dar. Sie besitzen dessenungeachtet zuletzt Eigenthümlichkeiten, die eine allgemeinere physiologische Bedeutung haben.

Die negative Stromesschwankung und der Elektrotonus der Nervenfasern konnten bis jetzt nur in Fröschen nachgewiesen werden. Als Schiff und ich diese Phänomene in Säugethieren und Vögeln zu verfolgen suchten, um das Verhalten der nach der Durchschneidung entarteten Nerven kennen zu lernen, gelang es immer nur nach zahlreichen vergeblichen Mühen, die Wechselerscheinungen des Nervenstromes in einzelnen Fällen zur Anschauung zu bringen. Die Nerven mussten unmittelbar aus dem lebenden Thiere genommen und so rasch als möglich auf die Bäusche der Zuleitungsgefässe gebracht werden. Diejenige Molecularbeschaffenheit der Nervenfasern, welche die negative Schwankung und den Elektrotonus möglich macht, schwindet oft schon, ehe die Galvanometernadel von ihrem ersten Ausschlage zur Ruhe kommt und ihr durch die Polarisation bedingtes Zurückweichen auf ein Minimum herabgegangen ist. Ebenso konnte man bis jetzt die negative Schwankung des Muskelstromes nur auf Umwegen in dem Menschen und dem Kaninchen *) darthun.

Murmelthiere, die während der Erstarrungszeit getödtet worden, liefern Präparate, die sich für das Studium der Wechselerscheinungen des Muskel- und des Nervenstromes in hohem Grade eignen. Da man hier über Massen von bedeutenderem Querschnitte, mithin von geringerem Leitungswiderstande, als im Frosche, verfügen kann, so erhält man stärkere Ausschläge der Galvanometernadel unter sonst gleichen Verhältnissen. Nerv und Muskel

*) du Bois in dieser Zeitschrift. Bd. III. S. 167.

men. Die Elasticität der Letzteren macht aber den Ausgangspunkt veränderlich. Die Grösse, um welche der hornige Haarschaft über der Oberfläche der Haut hervorsteht, hängt von der Dicke der Hautgebilde ab. Verkleinert sich diese aus irgend einem Grunde, so wird natürlich der Haarschaft scheinbar länger geworden, nicht aber deswegen in Wirklichkeit gewachsen sein, wie ja auch der Leichnam eines Menschen, der kurz vor dem Tode rasirt wurde, unrasirt erscheint, weil später die Haut eingesunken ist. Ungleichheiten in der Vertheilung der Blutes und der Ernährungsflüssigkeit könnten etwas Aehnliches in den winterschlafenden Murmelthieren herbeiführen.

Diese Gründe bewogen mich, nur wenige Messungen anzustellen. Ich schnitt den 1sten März die Tasthaare des einjährigen, in der letzten Abtheilung erwähnten Murmelthieres J so weit ab, dass sie nur 1½ Millimeter über der Haut hervorragten. Ihre Länge betrug 2¾ bis 4 Mm. ungefähr einen und einen halben Tag nach dem Tode des Thieres, der in der Nacht zwischen dem 18. und dem 19. April erfolgte. Das Körpergewicht hatte in der Zwischenzeit von 738,7 Grm. auf 469,0 Grm. oder um 0,37 abgenommen. Das Thier befand sich dabei 26 Tage lang in stärkerem oder schwächerem Winterschlafe, lag 4 Tage im Schlaftaumel und wachte 18 Tage lang. Der letztere grosse Werth rührt davon her, dass es nur einen Tag vor dem Tode noch ein Mal einschlief, sonst dagegen 10 Tage mit Unterbrechung eines einzigen wach blieb, ohne Nahrung zu sich zu nehmen. Wir haben dessenungeachtet ein nur geringes Wachsthum der Tasthaare. Denn beinahe 8 Wochen Zwischenzeit geben im günstigsten Falle 2½ Mm. Längenzunahme.

Die Hornkrallen der Zehen der Hinterfüsse dienten zu einer anderen Beobachtungsreihe. Da sie bogig gekrümmt sind, so mass ich die Sehne einer jeden und nahm den Ort, an welchem der weiche Zehenballen und die Hornmasse winkelig zusammenstossen, als einen und die Spitze der letzteren als den zweiten Grenzpunkt. Die Unsicherheit der Ausgangsstellen kann hier Schwankungen von ½ und selbst von ½ Millimeter herbeiführen.

Das Murmelthier E wog 2005,1 Grm. am 1sten Februar, an dem die erste Bestimmung vorgenommen wurde, und 1600,3 Grm. einen Tag vor dem am 17. April bei Gelegenheit eines Manometerversuches eingetretenen Tode. Es hatte 64 Tage fast immer fest geschlafen, befand sich 5 Tage lang im Schlaftaumel und wachte 7 Tage der 76 bis 77 Tage umfassenden Versuchszeit. Die Messungen gaben:

Theil.		Sehnenlänge der Kralle in Millimeter		
		am Anfange.	am Ende.	Unterschied.
Rechter Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	$6\frac{3}{4}$.	$6\frac{1}{2}$.	$-\frac{1}{4}$.
	Zeigefingers.	$8\frac{3}{4}$.	9.	$+\frac{1}{4}$.
	Mittelfingers.	$8\frac{3}{4}$.	$8\frac{3}{4}$.	0.
	vierten Fingers.	$7\frac{1}{2}$.	$7\frac{3}{4}$.	$+\frac{1}{4}$.
	kleinen Fingers.	6.	$6\frac{1}{2}$.	$+\frac{1}{2}$.
Linker Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	$8\frac{3}{4}$.	$8\frac{1}{2}$.	$-\frac{1}{4}$.
	Zeigefingers.	9.	9.	0.
	Mittelfingers.	9.	$8\frac{3}{4}$.	$-\frac{1}{4}$.
	vierten Eingers.	7.	7.	0.
	kleinen Fingers.	$5\frac{1}{2}$.	$5\frac{3}{4}$.	$+\frac{1}{4}$.

Da das Thier in dem Behälter eingeschlossen blieb, so dass es die Krallen nicht wesentlich durch Abnutzung verkürzen konnte, so beruhen wahrscheinlich die negativen Unterschiede auf blossen Messungsfehlern. Die positiven Differenzen sind aber so klein, dass ihnen die gleiche Ursache zum Grunde liegen kann. Sie lassen auf ein nur unbedeutendes Wachsthum im günstigsten Falle zurückschliessen.

Dasselbe bestätigte sich für das Murmelthier G. Die Messungen wurden hier den 1sten Februar und den 20. April, einen Tag nach dem Tode vorgenommen. Das Körpergewicht ging in dieser Zwischenzeit von 1561,3 Grm. auf 1242,7 Grm. herunter. Sie umfasste 61 Tage des zum grössten Theile festen Schlafes, 3 des Schlaftaumels und 14 des Wachens. Man hatte:

Theil.		Sehnenlänge der Kralle in Millimeter		
		am Anfange.	am Ende.	Unterschied.
Rechter Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	$6^1/_4$.	$6^1/_2$.	$+^1/_4$.
	Zeigefingers.	10.	$10^1/_2$.	$+^1/_2$.
	Mittelfingers	$10^1/_4$.	$10^3/_4$.	$+^1/_2$.
	vierten Fingers.	9.	$9^1/_3$.	$+^1/_3$.
	kleinen Fingers.	6.	$6^3/_4$.	$+^3/_4$.
Linker Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	6.	6.	
	Zeigefingers.	10.	$10^1/_4$.	$+^1/_4$.
	Mittelfingers.	$10^1/_4$.	$10^1/_4$.	0.
	vierten Fingers.	$9^3/_4$.	$9^2/_3$.	$-^1/_{12}$.
	kleinen Fingers.	8.	8.	0.

Die Krallen des rechten Hinterfusses scheinen hier in 78 Tagen um eine unbedeutende Grösse gewachsen zu sein. Die für den linken Fuss gefundenen Werthe dagegen liefern kein solches Ergebniss. Wir werden daher abermals auf ein höchstens geringes Wachsthum zurückschliessen.

Ganz anders verhielt sich die Sache, wenn ich ein Murmelthier längere Zeit nach der Beendigung des Winterschlafes wachen liess. Ich hatte ähnliche Messungen während der Erstarrungszeit des Thieres F und zwar am 1. Februar angestellt. Der 8. April war der letzte Tag des Winterschlafes. Man nährte das Murmelthier bis zum 22. Mai oder mehr als 6 Wochen nach dem Erwachen. Es befand sich vollkommen wohl und ging erst nach einer Operation zu Grunde. Das Körpergewicht hatte 2063,7 Grm. am 15. Februar, 1744,0 Grm. am 8. April und 1581 Grm. am 22. Mai.

Die Messungen ergaben :

Theil.		Sehnenlänge der Kralle in Millimeter		
		den 15. Februar.	den 22. Mai.	Unterschied.
Rechter Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	7.	$8^3/_4$.	$+1^3/_4$.
	Zeigefingers.	$10^1/_2$.	11.	$+^1/_2$.
	Mittelfingers.	$10^3/_4$.	$11^1/_2$.	$+^3/_4$.
	vierten Fingers.	$10^1/_4$.	11.	$+^3/_4$.
Linker Hinterfuss. Kralle des	Daumens.	7.	8.	+1.
	Zeigefingers.	$10^3/_4$.	11.	$+^1/_4$.
	Mittelfingers.	11.	12.	+1.
	vierten Fingers.	10.	11.	+1.
	kleinen Fingers.	$8^1/_5$.	$8^1/_2$.	$+^4/_5$.

Diese Werthe zeugen für ein nicht unbedeutendes Wachsthum trotz der beträchtlichen wahrscheinlichen Fehlergrössen, mit denen sie behaftet sind. Das Thier war während des Wachens in einem mit Blei ausgeschlagenen Kasten, von Heu umgeben, aufbewahrt worden. Sichere Zeichen eines hohen Grades von Abnutzung der Nägel konnten nicht bemerkt werden.

Die Lebhaftigkeit des Wachsthumes während des wachen Zustandes zeigte sich am Entschiedensten an einem Nagelstumpfe des kleinen Fingers des rechten Hinterfusses. Dieser hatte um ungefähr 2 Mm. an Sehnenlänge zugenommen, war an seinem Ende merklich abgerundet und erschien daher missgestaltet und anders geformt, als während des Winterschlafes.

Aehnliche Beobachtungen, die ich an den freien Theilen der Nagezähne anstellte, führten ebenfalls nur zu negativen Ergebnissen für die Dauer der Erstarrungszeit. Ich mass nicht bloss die Längen, sondern legte noch Feilstriche in bestimmten Entfernungen an, um so ein Urtheil über ein etwaiges interstitielles Wachsthum zu gewinnen. Die Zwischenzeiten glichen denen, die bei Gelegenheit der Krallen angeführt wurden. Es fand sich;

Murmelthier.	Theil.		Länge in Millimeter		
			am Anfange.	am Ende.	Unterschied.
G.	Oberkiefer.	Grösste Länge des rechten Nagezahnes.	13,0.	$12\frac{1}{2}$.	$-\frac{1}{2}$
		Desgl. des linken.	11,0.	11,0.	0.
		Freie Lücke zwischen beiden unter dem häutigen Dreiecker.	5.	$4\frac{3}{4}$.	$-\frac{1}{4}$.
	Unterkiefer.	Grösste Länge des Innenrandes des rechten Zahnes.	$16\frac{1}{2}$.	$16\frac{1}{3}$.	$-\frac{1}{6}$.
		Desgl. des linken.	$16\frac{1}{4}$.	$16\frac{1}{2}$.	$+\frac{1}{4}$.
E.	Oberkiefer.	Rechter Nagezahn.	$11\frac{1}{2}$.	$11\frac{1}{2}$.	0.
		Linker Nagezahn.	$11\frac{1}{2}$.	$11\frac{1}{2}$.	0.
		Freie Lücke.	5.	$5\frac{1}{2}$.	$+\frac{1}{2}$.
	Unterkiefer.	Rechter Nagezahn.	$19\frac{1}{2}$.	$18\frac{3}{4}$.	$-\frac{3}{4}$.
		Linker Nagezahn.	$19\frac{1}{2}$.	$18\frac{3}{4}$.	$-\frac{3}{4}$.
E.	Wechselseitige Entfernung der beiden Feilstriche am rechten oberen Nagezahn.		$5\frac{1}{3}$	$5\frac{3}{5}$.	$+\frac{1}{8}$.
	Der ähnliche Abstand in dem gleichartigen unteren Zahne.		$3\frac{1}{4}$.	3.	$-\frac{1}{3}$.

Da die Gelegenheit des Nagens mangelte, so hätte man ein Auswachsen der Zähne erwarten sollen. Die entgegengesetzte Antwort, welche die unmittelbare Messung giebt, lehrt daher, dass auch kein irgend bedeutendes Wachsthum während des Winterschlafes stattgefunden hat. Das Murmelthier F dagegen zeigte wieder eine Verlängerung von 1 bis $1\frac{3}{4}$ Mm. für die Nagezähne des Unterkiefers.

Wir werden aus diesen Thatsachen schliessen, dass kein irgend beträchtliches Wachsthum der Haare, der Krallen und der Zähne während der Erstarrungszeit stattfindet. Bedenken wir, dass die Zahl von Tagen, in denen das Thier wachte, 9,2% der Beobachtungsperiode für E und 18% für G betrugen, so können wir um so eher folgern, dass die Wachsthumsgrösse, die während des festen Schlafes auftritt, nicht weit von Null entfernt liegt.

Keine Erscheinung deutet bis jetzt an, dass sich irgend ein innerer Theil während der Erstarrungszeit durchgreifend ändert. Die mikroskopische Untersuchung der Gewebe liefert hierfür keine Anhaltspunkte. Wie wenig übrigens die blosse mikroskopische Betrachtung hier leiten könne, zeigen am besten die Muskeln und die Nerven. Ihre Gewebe bieten die gewöhnlichen Bilder am Anfange und am Ende des Winterschlafes dar. Sie besitzen dessenungeachtet zuletzt Eigenthümlichkeiten, die eine allgemeinere physiologische Bedeutung haben.

Die negative Stromesschwankung und der Elektrotonus der Nervenfasern konnten bis jetzt nur in Fröschen nachgewiesen werden. Als Schiff und ich diese Phänomene in Säugethieren und Vögeln zu verfolgen suchten, um das Verhalten der nach der Durchschneidung entarteten Nerven kennen zu lernen, gelang es immer nur nach zahlreichen vergeblichen Mühen, die Wechselerscheinungen des Nervenstromes in einzelnen Fällen zur Anschauung zu bringen. Die Nerven mussten unmittelbar aus dem lebenden Thiere genommen und so rasch als möglich auf die Bäusche der Zuleitungsgefässe gebracht werden. Diejenige Molecularbeschaffenheit der Nervenfasern, welche die negative Schwankung und den Elektrotonus möglich macht, schwindet oft schon, ehe die Galvanometernadel von ihrem ersten Ausschlage zur Ruhe kommt und ihr durch die Polarisation bedingtes Zurückweichen auf ein Minimum herabgegangen ist. Ebenso konnte man bis jetzt die negative Schwankung des Muskelstromes nur auf Umwegen in dem Menschen und dem Kaninchen *) darthun.

Murmelthiere, die während der Erstarrungszeit getödtet worden, liefern Präparate, die sich für das Studium der Wechselerscheinungen des Muskel- und des Nervenstromes in hohem Grade eignen. Da man hier über Massen von bedeutenderem Querschnitte, mithin von geringerem Leitungswiderstande, als im Frosche, verfügen kann, so erhält man stärkere Ausschläge der Galvanometernadel unter sonst gleichen Verhältnissen. Nerv und Muskel

*) du Bois in dieser Zeitschrift. Bd. III. S. 167.

bewahren hier ihre Lebenseigenschaften mit solcher Zähigkeit, dass man die negative Stromesschwankung des Nervenstromes durch Tetanisirung des Nerven, die beiden Phasen des Elektrotonus, die Wechselerscheinung des Muskelstromes während der neuromusculären und der idiomusculären Zusammenziehung Stunden lang verfolgen kann. Hat man dagegen ein Murmelthier ein bis zwei Monate nach dem Erwachen im Frühjahre gefüttert, so verhält es sich wie bei den übrigen Säugethieren, d. h. jene Wechselerscheinungen verlieren sich kurz nach dem Tode. Man kann sich hier, wie am Menschen und in anderen Säugern, überzeugen, dass es ein Irrthum ist, wenn man den richtigen Nerven- und Muskelstrom nicht lange nach dem Aufhören der Leistungsfähigkeit schwinden oder sich umkehren lässt. Um nur ein Beispiel anzuführen, so konnte ich den Nervenstrom länger als einen und den Muskelstrom zwei Tage nach dem Aufhören der negativen Schwankung in amputirten Unterschenkeln des Menschen verfolgen.

Die oben erwähnte Zähigkeit der Lebenswirkungen der Nerven und der Muskeln wird wahrscheinlich auch in anderen Winterschläfern, wie dem Igel und dem Hamster, wiederkehren.

Die Winterschlafdrüse zeigt eine eigenthümliche Erscheinung, die mich lange verwirrt hat. Ihre Ernährungszustände können die wesentlichsten Verschiedenheiten darbieten, ohne dass sich deswegen die Stärke oder die Dauer des Winterschlafes in merklicher Weise ändert.

Wir haben in der zweiten Abtheilung gesehen, dass die Winterschlafdrüse im Laufe der Erstarrungszeit beträchtlich abnahm. Denkt man sich 1000 Grm. des Anfangsgewichtes als Einheit, so betrug *) sie 12,78 im Beginne der Erstarrungszeit, 9,31 nach 44tägiger und 4,63 bis 3,39 nach durchschnittlich 163tägiger Dauer derselben. Die sechste Abtheilung lieferte uns dagegen drei Thiere, die 154 bis 169 Tage schliefen und dann 15,90, 19,58 und 3,30 für ihre Winterschlafdrüse im Vergleich mit jener Einheit hatten. Der relative Werth

*) Diese Zeitschrift Bd. II. S. 37. 38.

war also hier am Ende der Erstarrungszeit beträchtlich höher, als in den früheren Thieren am Anfange derselben.

Dieser fast unglaubliche Unterschied hat sich in fortgesetzten Beobachtungen vollkommen bestätigt. Das Thier J, das 828,7 Grm. am Beginne und 469 Grm. am Ende derselben gewogen und daher einen Gesammtverlust von 0,43 dargeboten hatte, besass zuletzt eine sehr kleine braunrothe Winterschlafdrüse, die nur einen Theil des oberen Abschnittes des vorderen Mittelfellraumes ausfüllte und bloss 0,3 Grm. oder 0,36 für 1 Kilogr. Anfangsgewicht ausmachte. Man hatte dagegen keine Spur von jenem Gebilde längs der Seiten der Körper der Brustwirbel, an der Aussenfläche des Brustkorbes, am Halse oder im Nacken. Die fast leberbraunen Läppchen waren von reichlichen Blutgefässstämmchen umgeben und enthielten körnige pflasterartig nebeneinander liegende Kugeln.

Ganz anders verhielt sich die Winterschlafdrüse in den grösseren Thieren E und G. E wog 2378,4 Grm. am Anfange und 1600,3 Grm. am Ende der Beobachtungszeit. Sein Gesammtverlust betrug daher 0,33. G lieferte in dieser Hinsicht 1669,7 Grm. und 1242,7 Grm. und mithin eine Abnahme von 0,26. Beide hatten stark entwickelte Winterschlafdrüsen, die nicht bloss den oberen Abschnitt des vorderen Mittelfellraumes füllten, sondern sich auch noch zwischen der Pleura und dem Brustbeine, der Speiseröhre und der Aorte, zu beiden Seiten der Wirbelkörper vor den Rippenköpfchen längs der ganzen Brusthöhle, an der äusseren Fläche der Brust bis zur fünften bis sechsten Rippe, am Halse bis zum Winkel des Unterkiefers und an der Schulter bis zur Gegend der Schultergräthe hin ausdehnten. Die Abtheilungen, die vor den Rippenköpfchen lagen, waren dünner. Ihre Läppchen wurden häufig durch grössere Zwischenräume geschieden. Das Ganze machte den Eindruck, als wenn die Gewebmassen in raschem Schwunde begriffen wären. Die Winterschlafdrüse hatte durchgehends eine gelbliche Farbe und die mikroskopische Untersuchung wies einen ausserordentlichen Reichthum von grösseren und kleineren Fetttröpfchen nach. Diese verdeckten in frischem Zustande die körnigen Kugeln, die auch hier in den

Läppchen enthalten waren. Sie kamen erst nach der Behandlung mit Essigsäure zum Vorschein.

Die Winterschlafdrüse von E wog 22,0 Grm. und die von G 17,6 Grm. Jene betrug daher 9,25 und diese 10,54 für 1 Kilogr. des Anfangsgewichtes der Körpermasse.

Ich habe die von J und die von G so lange mit Aether in einem Bibra'schen Apparate ausgekocht, bis sich keine Fetttröpfchen mehr bei der mikroskopischen Untersuchung kleiner Proben zeigten. Man musste die Operation in G mit immer neuem Aether sechs Mal wiederholen, ehe man jenes Ziel erreichen konnte.

0,417 Grm. der braunrothen und kleinen Winterschlafdrüse von J gaben an Aether nicht ganz 0,002 Grm. oder weniger als 0,48 %. Dagegen zog der Aether aus 1,654 Grm. der gelben und grossen Winterschlafdrüse von G. 0,428 = 25,9 % eines gelben Oeles, das einen eigenthümlichen, entfernt an Fischthran erinnernden Geruch darbot. Diese stark entwickelte Winterschlafdrüse führte also mehr als 54 Mal so viel in Aether löslicher Bestandtheile, als die kleine des anderen Murmelthieres. Hugo Schiff konnte keine Spur von Zucker, Leucin, Tyrosin, Harnstoff, Harnsäure oder Trimethylamin in der Winterschlafdrüse von E auffinden.

Da Nr. I. II. III. IV. V. der ersten und J der siebenten Abtheilung einjährige, E., F. u. G. der sechsten und der siebenten Abhandlung zweijährige Thiere waren, so könnte man hieraus schliessen wollen, dass die jungen am Ende der Erstarrungszeit untersuchten Murmelthiere eine sehr kleine, auf den vorderen Mittelfellraum beschränkte braunrothe Winterschlafdrüse darbieten, die älteren dagegen ein grosses fettreiches oder in Fettumwandlung begriffenes Organ besitzen, das sich noch längs des Halses, des Nackens, der Schultergegend, des Raumes zwischen der Speiseröhre und der Aorta und neben den Brustwirbeln ausdehnt. Nr. 1, 2, 3 stehen aber diesem Schlusse entgegen, weil Nr. 1 u. 2 einjährige mit grosser und Nr. 3 ein zweijähriges Thier mit kleiner Winterschlafdrüse waren.

Irre ich nicht, so dürfte eine gewisse Beziehung zwischen diesem Organe und den Fettmassen des Körpers bestehen. Das Murmelthier

J hatte nur noch Spuren von Fett im Gekröse und in den anderen Bauchfellfalten. Sie bildeten grauröthliche Inseln von geringem Umfange, die nur vereinzelte Fetttröpfchen und sehr kleine Fettkörnchen zeigten. Die unbedeutende Fettmenge konnte hier dem Gewichte nach nicht mehr bestimmt werden. E und G besassen noch verhältnissmässig viel Fett in den Bauchfellfalten und dem Gekröse. Es betrug 34,2 Grm. und man hatte daher 14,5 Grm. für 1 Kilogr. Anfangsgewicht in E. Das Thier G lieferte in dieser Hinsicht einen absoluten Werth von 7,2 Grm. und einen relativen von 4,3 Grm. Die völlige Aufzehrung des Fettes und die kleine rothe Winterschlafdrüse kamen hier gleichzeitig in den jüngeren, so wie reichlichere Fettreste und eine grössere, von Fett strotzende Winterschlafdrüse in den älteren Murmelthieren vor.

Das Thier F, das 6 bis 7 Wochen nach dem Ende des Winterschlafes gefüttert worden, lieferte Ergebnisse, die sich den eben erwähnten in befriedigender Weise anschliessen. Das Fett der Bauch- und der Brusthöhle war hier bis auf einige, nicht genau wägbare Massen geschwunden. Die in Rückbildung begriffene, in gallertigem Bindegewebe eingehüllte, braunrothe Winterschlafdrüse betrug weniger als 2,7 Grm. für 1 Kilogr. Körpergewicht.

Diese Thatsachen lehren zunächst, dass es einen Zeitpunkt giebt, in dem die reichlichsten Fettablagerungen in der Winterschlafdrüse angetroffen werden. Da dann noch beträchtliche zur Aufsaugung bestimmte Fettmassen in den verschiedenen Körpertheilen bereit liegen, die Drüse selbst aber mit Ende dieser Epoche nicht untergeht, so lässt sich mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dass ihr Fettreichthum nicht den Ausdruck einer regressiven Metamorphose, sondern den einer Verarbeitung von Nahrungsstoffen bildet. Ist alles Fett aufgezehrt, so führt auch die Winterschlafdrüse keine Fetttropfen mehr. Ihre Masse nimmt auffallend ab, Ihre verdünnten Läppchen liegen in gallertigem Bindegewebe eingebettet. Es zeigen sich mit einem Worte Merkmale des Schwundes, die in magernden oder in schlecht genährten Thieren nachdrücklicher hervortreten.

§. 16. Wiedererzeugung.

Die Norm, die wir als Grundlage der Wachsthumserscheinungen kennen lernten, beherrscht auch die Folgen, welche Verletzungen nach sich ziehen. Alle hierher gehörenden Veränderungen werden nur sehr langsam während des Winterschlafes eingeleitet. Berücksichtigt man die Zwischenzeiten des Wachens, in denen ein lebhafterer Kreislauf die Ernährungsthätigkeiten begünstigt, so wird man zu dem Schlusse geführt, dass diese fast auf Null während des tiefen Winterschlafes herabgedrückt sind.

Murmelthiere, die höheren Erstarrungsgraden verfallen sind, ertragen die durchgreifendsten Verletzungen, z. B. den Bruch oder die Entfernung eines Knochenstückes, ohne während der Operation aufzuwachen. Sie athmen aber lebhafter. Da dieses später fortdauert und selbst noch an Stärke zunimmt, so findet man die Thiere nach einigen Stunden oder am folgenden Tage wach. Das Gleiche zeigt sich schon oft nach scheinbar unbedeutenden elektrischen Erregungen.

Zieht die Verwundung keine heftigeren Folgen nach sich, so sind die Murmelthiere in der Regel am zweiten Tage fest eingeschlafen. Führt hingegen eine schmerzhaftere Operation zu durchgreifenderen Störungen, so dauert es oft eine halbe bis eine ganze Woche, ehe das Thier seine Ruhe wiedergewinnt. Ein mehr als 24stündiger Schlaftaumel geht dann häufig den höheren Erstarrungsgraden voran.

Hat man die Haut eines festschlafenden Murmelthieres eingeschnitten, so erhält man eine nur geringe Blutung, die sich meist bloss auf die Trennungsstellen der grösseren Gefässe beschränkt. Das Ganze trocknet in der Folge ein, ohne dass eine merkliche Eiterung zum Vorschein kommt. Man findet zuletzt vollständige linienförmige Narben. Das Eintrocknen wird auch noch beobachtet, wenn man einen Nagel so tief abgeschnitten hat, dass eine verhältnissmässig nicht unbedeutende Blutung entstanden ist. Ausgedehntere Verletzungen können Eiterung und selbst Verjauchung herbeiführen. Die

mikroskopischen Elemente bieten dann keine besondere Eigenthümlichkeit dar. Blutcoagula bleiben oft Monate lang liegen, ohne dass ein grösserer Theil von ihnen aufgesogen wird. Blutkrystalle wurden in ihnen bis jetzt nicht wahrgenommen.

M. Schiff hatte ein mehrere Centimeter langes Stück aus dem Hüftnerven eines ungefähr siebenmonatlichen Murmelthieres den 9. Januar entfernt und 19 Tage darauf den Schenkelnerven durchschnitten. Das Thier schlief später meistentheils fest. Es wurde den 9. Februar todt gefunden. Die Hautnarbe war vertrocknet. Die beiden Durchschnittsenden des Hüftnerven standen wechselseitig um 33 Millimeter ab. Das obere Nervenstück ging in einen schwachen Knollen aus. Das untere dagegen bot keine Anschwellung dar. Es war an die benachbarten Muskeln angeheftet.

Die Primitivfasern des centralen Nervenstückes zeigten keine Abweichung von den gewöhnlichen Verhältnissen. Der peripherische Abschnitt war auf dunkelem Grunde silberweiss, eine Erscheinung, welche selbst die aufhellende Wirkung des Glycerins in den ersten Tagen nicht beseitigte. Die meisten Primitivfasern hatten vollständiges Mark, wie man es in gesunden Fasern findet. Einzelne schienen die erste Stufe der Zerklüftung desselben darzubieten. Man sah rundlich eckige, gesonderte und hintereinander liegende Abtheilungen, welche keine durch die Zerfaserung erzeugte Kunstprodukte zu sein schienen.

Ein starkes Blutcoagulum von ungefähr 23 Millimeter grösster Länge und 15 Mm. grösster Breite lag zwischen den beiden Durchschnittsflächen des Hüftnerven. Man konnte in ihm keine Blutkrystalle, aber zahlreiche Blutkörperchen wahrnehmen. Die dasselbe begrenzenden Muskelfasern zeigten oft keine deutlichen Querstreifen, dagegen zahlreiche Längsfäden. Die entsprechenden des gesunden Hinterbeines boten durchgehends die schönsten Querstreifen dar.

M. Schiff hatte dieselbe Doppeloperation an den gleichen Tagen an dem Murmelthiere vorgenommen, das wir mit H in der siebenten Abtheilung bezeichneten. Der feste Winterschlaf herrschte hier bis zum Tode des Geschöpfes vor. Man konnte dann immer bemerken, dass

die Streckung des gelähmten Fusses gar keinen, die des gesunden dagegen einen verhältnissmässig bedeutenden Widerstand darbot. Beide Knie- und Hüftgelenke zeigten diesen Unterschied nicht. Das Gleiche war übrigens auch schon an dem zuerst erwähnten Thiere bemerkt worden.

Ich suchte ihn auf zweierlei Art wenigstens annäherungsweise zu messen. Ich band einen Seidenfaden an einer bestimmten Stelle des Fusses fest, leitete ihn über einer Rolle, die sich mit möglichst geringer Reibung drehte, wagerecht hin und liess ihn dann senkrecht hinabgehend eine Wagschale aufnehmen. Stellte ich nun immer den Fuss in einer bestimmten Lage ein, so streckte sich der kranke durch 12 Grm. um den gleichen Bogen, der 18 Grm. für den gesunden forderte. Dieser Unterschied wurde am 50sten Tage nach der Durchschneidung des Hüftnerven bemerkt. Ich prüfte die Sache einen Tag später an der Federwaage, die ich früher als Myodynamometer zur Bestimmung des Muskelzuges gebraucht hatte. Der kranke Fuss forderte hier 20 bis 24 Grammen, wenn der gesunde 30 Grammen nöthig hatte.

Das Thier, das noch den 16. März fest geschlafen hatte, wurde am 17. todt gefunden. Es war in der Zwischenzeit erwacht und hatte sich wahrscheinlich die Wunde, welche für die Trennung des Schenkelnerven gemacht worden, aufgebissen. Man fand hier eine grosse Menge flüssigen, frisch ergossenen Blutes. Ein beträchtliches Coagulum umgab den durchschnittenen Hüftnerven. Die Lücke betrug wieder ungefähr drei Centimeter. Keine der beiden Durchschnittsenden war angeschwollen oder mit den Nachbartheilen verwachsen.

Die Primitivfasern des centralen Abschnittes des Ischiadicus boten kein sicheres Merkmal irgend einer Veränderung ihres Baues dar. Die Entartung der Fasern des peripherischen Stückes dagegen, hatte hier etwas tiefer durchgegriffen, da 66 bis 67 Tage seit der Trennung verstrichen waren. Die Markmasse war häufiger zerklüftet. Sie zerfiel in rundliche bis rundlich-eckige Bruchstücke, die, durch grössere oder kleinere Zwischenräume gesondert, rosenkranzförmig

hintereinander lagen. Man hatte aber desseungeachtet höchstens den Zerklüftungsgrad, welchen Kaninchen oder Hunde nach 6 bis 7 Tagen liefern. Da das Murmelthier 4 bis 5 Tage während jener 66 Tage wachte, so wird man nur den kleinsten Theil der vorgefundenen Nervenentartung dem festen Winterschlaf zuschreiben können.

Um sicher zu gehen, untersuchten Schiff und ich mehrere Nerven vergleichungsweise in beiden Hinterfüssen. Die N. N. tibialis posticus, peroneus und die unteren Muskeläste des Oberschenkels der kranken Seite zeigten die beschriebene Trennung der Theile des Markes, während die gleichen Zweige der gesunden Seite einen ununterbrochenen regelrechten Markinhalt darboten.

Eine Reihe vergleichender Wärmebestimmungen, die ich an beiden Leistenbugen anstellte, führte zu keinen scharfen Unterschieden. Es ergab sich:

Versuchsnummer.	Zeit der Beobachtung.		Wärme in Celsiusgraden					
			der Zimmerluft.	des Mastdarmes.	der Mundhöhle zwischen der Wange und den Backzähnen.		der Leistenbuge	
	Monat.	Tag			rechts.	links.	der rechten gesunden Seite.	der linken kranken Seite.
1	März	6.					110,2	110,2.
2		7.	100,9.				100,8	100,4.
3		8.	110,5.	90,2.	90,2.	90,0.	90,6.	90,4.
4		9.	110,0.	100,4.	100,6.	100,8.	100,8.	100,85.
5		10.	110,5.				230,5.	230,25.
6		11.	110,0.	110,2.	110,3.	110,3.	110,4.	110,5

Das Thier befand sich im Schlaftaumel in der fünften, in mehr oder minder festem Schlafe dagegen in den übrigen Beobachtungen. Es lag in einer mit Heu gefüllten Kiste auf dem kälteren Fussboden und ruhte dabei immer auf der kranken Seite. Dieses erklärt es weshalb die Eigenwärme hin und wieder kleiner als die Temperatur der Zimmerluft ausfiel. Irgend beständige Beziehungen zur Nervenlähmung liessen sich hier nicht erkennen.

Ich schnitt den untersten Theil der Fibula in einer Strecke von 2 bis 3 Millimeter dem in festem Schlafe befindlichen Thiere J am 17. Februar aus. Obgleich ich vorher die Wunde zur Prüfung des Muskelstromes am Galvanometer benutzt hatte und die Entfernung des Knochenstückes eine heftige Blutung nach sich zog, so war doch das Thier nicht sogleich nach dem Ende der Operation wach geworden. Ich fand es dagegen am folgenden Tage erwacht. Es schien in hohem Grade reizbar zu sein und verfiel erst 4 Tage später in Schlaftaumel. Es lag an dem darauf folgenden Tage in festem Schlafe. Dieser dauerte im Ganzen 24 Tage nach der Operation, während noch 4 Tage des Schlaftaumels und 16 Tage des Wachens bis zum Tode vorkamen. Man sieht hieraus, dass die heftige Verwundung die Ruhe dieses Murmelthieres durchgreifender gestört hatte, als die seiner in geringerem Grade verletzten Genossen. Der Tod trat zwischen dem 18. und dem 19. April ein.

Die an dem unteren und dem äusseren Theile des Unterschenkels befindliche Wunde war zu einem grossen Theile offen und hier mit grüngelbem übel riechendem Eiter bedeckt, der durchgehends veränderte oder zerstörte Eiterkörperchen neben Fetttröpfchen und sehr kleinen Molecülen enthielt. Ein grosses Blutextravasat lag über jenem Eiterherde zwischen der Haut und den Muskeln. Es durchtränkte als dunkelrothe Masse ein Netzwerk von Bindegewebe und Exsudatfasern und erzeugte hier an einzelnen Stellen eine stärkere und an anderen eine schwächere Färbung. Man konnte aber in ihm weder Blutkörperchen, noch Blutkrystalle erkennen. Ein Zusatz von Essigsäure hellte das Ganze auf und brachte viele kleine runde Molecüle zum Vorschein. Aehnliche, jedoch weniger umfangreiche Blutergüsse kamen in vielen Bezirken der Unterschenkelmuskeln, vorzugsweise der Vorderseite vor. Die mikroskopische Untersuchung wies in ihnen dieselben Elemente, wie in dem grösseren Extravasate nach. Man sah nur hier oft die erwähnten runden Körperchen auch ohne Anwendung von Essigsäure. Man hatte daher hier diejenige Umwandlungsstufe, bei welcher der Farbestoff des Blutextravasates die um-

gebenden Gewebe durchtränkt und der Untergang der Blutkörperchen schon weit vorgerückt ist.

Der äussere Fusssohlennerv, der bei der Operation durchschnitten worden, zeigte Fasern, deren Markinhalt fast durchgehends in rundliche, durch Zwischenräume getrennte, rosenkranzförmig gestellte Abtheilungen geschieden war. Man sah einzelne, stellenweise scheinbar leere Primitivfaserhüllen. Die Orte, an denen sie vorkamen, waren bei der Zerfaserung nicht gedrückt worden. Bündel des Hüftnerven aus dem untersten Abschnitte des Oberschenkels, ein Bündel, das sich in den Wadenmuskel an der äusseren Seite einsenkte und der unverletzt gebliebene obere Abschnitt des vorderen Schienbeinnerven zeigten keine Spur von Unterbrechung in dem Markinhalte ihrer Primitivfasern. Man fand hier keine Abweichung von den regelrechten Verhältnissen.

Das ungefähr trichterförmige eiternde Geschwür hatte eine grösste Tiefe von nahebei einem halben Centimeter. Es reichte durch die Lücke der Ausschnittswunde der Fibula bis zur Tibia hinüber. Verglich man die Unterschenkelknochen beider Hinterfüsse, so zeigte sich, dass die Fibula gegen die Verletzungsstelle hin beträchtlich anschwoll. Ihr grösster Durchmesser betrug hier $2^1/_3$ Mm., während der entsprechende Theil der gesunden Fibula nur $1^1/_3$ darbot. Diese schien auch ihrer ganzen Länge nach etwas schwächer, als das Wadenbein der kranken Seite zu sein. Der Querschnitt des verletzten Knochens war zackig, wie ihn die Beisszange gemacht hatte. Die mikroskopische Untersuchung konnte keine Spur von knöchernem, ja selbst nur von knorpeligem Callus nachweisen. Ein weiches, mit zahlreichen Körnchen bestreutes Exsudat haftete an der Verletzungsstelle. Die Zangenspitzen hatten das Schienbein angeschnitten. Diese Verletzung war ebenfalls unverändert geblieben.

Fassen wir Alles zusammen, so sehen wir, dass die Langsamkeit der Ernährungserscheinungen während des Winterschlafes die Wiedererzeugung der Nerven und der Knochen wenigstens in den bisherigen Versuchen hinderte. Da der äussere Sohlennerv nur ein kurzes Durchschnittsstück in dem zuletzt erwähnten Thiere darbot, so wäre

hier die Wiederherstellung am Leichtesten gewesen. Der völlige Mangel eines knorpeligen Callus an der Verletzungsstelle der Tibia, die das Geschwür nicht erreicht hatte, würde sich in einem wachen Geschöpfe nicht gezeigt haben.

Der gegenseitige Vergleich der drei Thiere kann bei näherer Betrachtung nachweisen, dass sich die vorgefundene Entartung des Markinhaltes des peripherischen Abschnittes der getrennten Nerven grösstentheils in wachem Zustande erzeugt hatte. Das erste Thier lebte 30 bis 31 Tage nach der Operation, befand sich dabei fast fortwährend in tiefem Winterschlafe und lieferte eine Stufe der Zerklüftung, wie man sie in Kaninchen oder Hunden nach etwa 3 bis 4 Tagen findet. Das zweite Murmelthier wachte 4 bis 5 Tage von 66 bis 67 Tagen Zwischenzeit und die Entartung entsprach kaum derjenigen Stufe, die man am Ende der ersten Woche in anderen Säugethieren antrifft. Sie war dagegen merklich weiter vorgeschritten in dem dritten Thiere, das 24 Tage geschlafen, 16 gewacht und 4 Tage in Schlaftrunkenheit zugebracht hatte.

Wärmemessungen, welche ich noch an diesem Murmelthiere während des festen Winterschlafes anstellte, lieferten keinen Unterschied zwischen den beiden Leistenbugen, während die Knochenwunde eine starke Eiterung erzeugt hatte. Es fand sich:

Beobachtungszeit.		Wärme in Celsiusgraden		
		der Zimmerluft.	der Leistenbuge	
Monat.	Tag.		der gesunden Seite.	der kranken Seite.
März.	7.	10°,9.	10°,9.	10°,9.
	8.	11°,0.	10°,8.	10°,8.

Das Thier schlief um diese Zeit in einem kalten Behälter über Wasser und dieser Umstand erklärt es, weshalb seine Eigenwärme die der Zimmerluft nicht übertraf. Sonst vorkommende Unterschiede *)

*) Siehe diese Zeitschrift Bd. II. S. 233 fgg.

können sich unter solchen künstlichen Abkühlungseinflüssen umkehren. Hatte z. B. das Murmelthier mit dem Kopfe gegen die Verdunstungsfläche des Wassers gelegen, so zeigte der Zwischenraum zwischen der Wange und den Zähnen der Seite, die gegen das Wasser gewendet war, $8^0,9$ C. und der der anderen Seite $9^0,0$ C., der Mastdarm dagegen $9^0,1$ C. Die Zimmerluft hatte wiederum $11^0,0$ C. Die Nebenverhältnisse führten daher hier zu einer höheren Eigenwärme des Mastdarmes, weil dieser den Abkühlungseinflüssen weniger als der Kopf ausgesetzt war.

XIX.

Ueber die durch den elektrischen Funken erzeugten Nachbilder.

Von

Hermann Aubert in Breslau.

Bei einer weitern Verfolgung meiner Untersuchungen über die Nachbilder auf den peripherischen Theilen der Netzhaut stellte sich bald das Bedürfniss heraus, zu erforschen, welchen Einfluss die Dauer und die Intensität des primären, objectiven Eindrucks ausübt. Von besonderem Interesse mussten Versuche scheinen, bei denen der objective Eindruck eine verschwindend kurze Zeit dauert, und hierzu schien die Anwendung des elektrischen Funkens am geeignetsten. Dass durch ihn trotz seiner sehr kurzen Dauer Nachbilder erzeugt werden, hatten Foerster und ich bereits vor vier Jahren bemerkt (s. Foerster Hemeralopie, p. 31.). Sonst habe ich über Nachbilder nach dem elektrischen Funken keine Angaben finden können; nur eine ganz kurze und unbestimmte Angabe hat Séguin im August dieses Jahres veröffentlicht, die ich hier anführe:

Dans l'éblouissement qui succède à la contemplation d'un objet fortement lumineux, comme le disque du soleil, il est encore possible de distinguer des couleurs très-brillantes, mais très-fugitives, passant rapidement dans les yeux avant la régularisation de l'image persistante. Les couleurs que je vois ainsi sont le vert, le bleu, et le violet. J'ai refait cette observation avec la lumière des étincelles

électriques produites par un puissant appareil d'induction. Chaque étincelle malgré sa très-courte durée paraît donc faire dans l'organe de la vision une impression accidentelle, sinon directe assez durable pour qu'on y reconnaisse successivement trois couleurs, et même après ces couleurs déterminées, une teinte vague et jaunâtre par laquelle se terminent toujours les images accidentelles des objets blancs. (Note sur les couleurs accidentelles. Comptes rendus 1858. Août. T. 47. Nr. 5, p. 200.) Wie weit diese Angabe genau ist, werden wir sogleich sehen.

Gleichwohl sind diese Versuche mit verschwindend kurzer Dauer des objectiven Eindrucks von besonderer Wichtigkeit für die theoretischen Ansichten über die Nachbilder, z. B. für die von Fechner gestellte Frage „ob der complementäre Einfluss im Auge dem primären succedirt, oder sich mit ihm complicirt"; ferner für die Frage nach der Mitbetheiligung der Netzhaut, wenn nur eine kleine Stelle derselben afficirt wird; ferner für das Verhältniss der positiven Nachbilder zu den negativen, und so weiter. Im Voraus will ich bemerken, dass ich bei der Benennung der Nachbilder der Brücke'schen Bezeichnungsweise folgen werde, die mir von grosser Wichtigkeit für die Verständigung über das Geschehene zu sein scheint und die erste scharfe und consequente Trennung der Eindrücke, welche durch die Intensität des Lichtes hervorgebracht werden, von denen, welche durch die Farbe des Objects erzeugt werden, aufgestellt hat*). Brücke nennt bekanntlich „ein positives Nachbild ein solches, in dem das hell ist, was im Objecte hell ist, und das dunkel, was im Objecte dunkel ist; negativ dagegen ist das Nachbild, bei welchem das hell ist, was im Objecte dunkel ist, und umgekehrt." (Poggen-

*) Wenn man diesen Unterschied festhält, so löst sich der scheinbare Widerspruch, den Ludwig zwischen Brewster's Angabe, dass die Seitentheile ein constantes Licht lebhafter empfinden, als die mittleren, und meiner Angabe, dass ein lebhaftes Roth auf den Seitentheilen dunkler und endlich schwarz erscheint, anführt. (Ludwig Physiologie 2te Auflage Bd. I. p. 308). Brewster's Angabe ist vollkommen richtig, sie bezieht sich aber ausschliesslich auf die Intensität der Lichtempfindung, abgesehen von jeder Färbung oder Farbenempfindung.

dorff's Annalen, Bd. 84, p. 436.) In Bezug auf die Farben kann ausserdem, unabhängig von jener Benennung, ein Nachbild gleichfarbig sein, wenn es dieselbe Farbe, wie das Object hat, und complementär, wenn es eine andere (entgegengesetzte) Farbe hat. Es kann demnach geben 1) positive gleichfarbige, 2) positive complementäre, 3) negative complementäre, 4) negative gleichfarbige Nachbilder; die 3 ersten Combinationen kommen wirklich vor, die letzte ist noch nicht beobachtet worden.

Wir wollen nun untersuchen:

1) die Nachbilder, welche entstehen, wenn der elektrische Funken direct angesehen wird;

2) wenn derselbe von peripherischen Netzhautregionen aufgefangen wird;

3) die Nachbilder, welche entstehen, wenn der Funken durch ein farbiges Glas gesehen wird;

4) die Nachbilder beim Betrachten von Objecten, welche durch den Funken momentan beleuchtet werden.

So leicht und einfach die Frage auch scheinen mag, so stellen sich bei ihrer Prüfung durch Versuche mancherlei Schwierigkeiten ein.

Die Versuche müssen grösstentheils im finstern Zimmer angestellt werden, theils damit man die Objecte nur während der Beleuchtung durch den Funken sieht, theils um den Lichteindruck vom Funken selbst durch den Contrast zu erhöhen. Wenn man sich aber nach dem Aufenthalte im gewöhnlichen Tageslichte in einen finstern Raum begiebt, so ändert sich die Empfindlichkeit der Retina sehr bedeutend und es muss sich damit der primäre Eindruck des Funkens und die Nachwirkung desselben ändern. Die Vorsicht erfordert daher wenigstens, dass man die erste Zeit, wo man sich im finstern Zimmer befindet, nicht zu Versuchen verwendet; man wird auch finden, dass die Erscheinungen erst mit gehöriger Intensität auftreten, wenn man sich wenigstens 10 Minuten im Finstern aufgehalten hat. Ist das Zimmer nicht total finster, so kann man wohl annehmen, dass die Retina auf einem ziemlich stationären Reizungszustande sich befindet, der sich wenigstens im Laufe der nächsten

halben Stunde nicht sehr bedeutend ändert. Dieser Zustand wird nun allerdings durch den Eindruck des elektrischen Funkens wieder gestört; man wird daher gut thun, immer einige Minuten zwischen jeder Beobachtung vergehen zu lassen, und dies auch zu thun, wenn man die Laden des Fensters hat öffnen müssen. Die Verfinsterung des Zimmers muss ferner so stark sein, dass man von den zu beobachtenden Objecten durchaus nichts wahrnimmt, weil man sonst leicht glauben kann, da ein Nachbild zu sehen, wo man ein wirkliches Bild sieht.

Ferner ist es schwer, im finstern Zimmer den Ort zu fixiren, wo der Funken überspringen wird, und unmöglich scheint es, während des Nachbildes mit Sicherheit die Richtung der Augenaxen und die Accommodation für dieselbe Entfernung beizubehalten. Die Fixation des Ortes, wo der Funken überspringt, wird indess dadurch möglich, dass fortwährend kleine Funken an verschiedenen Stellen der *Riess*'schen Flasche und der zuleitenden Drähte überspringen. Durch diese kann man sich über die Lage der beiden Kugeln orientiren und sich für dieselbe accommodiren. Ausserdem hat man einen Beweis dafür, dass man den Funken wirklich mit dem Centrum der Netzhaut gesehen hat, darin, dass sich das Nachbild nicht bewegt. Die Bewegungen der Nachbilder nach abwärts, aufwärts oder nach der Seite, welche auch schon dem hochverdienten Beobachter der Nachbilder, Scherffer, aufgefallen sind (Abhandlung von den zufälligen Farben. Wien, 1765, p. 61), scheinen dadurch bedingt zu sein, dass das Nachbild nicht im Centrum der Retina liegt. Da man nun gewohnt ist, das Centrum der Netzhaut auf die sichtbaren Objecte zu richten, die man beobachten will, so wird man dies auch thun, wenn das Bild subjectiv ist, und man wird dazu im Finstern ganz besonders geneigt sein, wo man keinen andern Punkt hat, den man fixiren könnte, als etwa das subjective Nachbild. Liegt dieses nun z. B. 5^0 von dem gelben Flecke entfernt und über ihm, so wird man die Sehaxen um diese 5^0 senken, um das Bild mit dem Centrum betrachten zu können. Da das subjective Bild aber während dieser Bewegung wieder weiter rückt, so wird man auch mit der

Augenaxe wieder weiter nachgehen, bis endlich die Muskeln nicht mehr im Stande sind, den Bulbus in derselben Richtung weiter zu bewegen. Alsdann sind wir genöthigt, einen Lidschlag und eine Bulbusbewegung auszuführen, durch die nun das Bild wieder an seinen früheren scheinbaren Ort im Raume rückt. Diese Erscheinung, dass sich das Nachbild bewegt, tritt sehr constant im Finstern auf, wenn man eben das Object nicht direct gesehen hat, was man sehr gut beim Uebersprungen des Funkens bemerkt, so dass man schon in diesem Momente weiss, ob sich das Nachbild bewegen wird oder nicht. Es ist sehr schwer, diese Bewegungen im Finstern zu unterlassen. Kann man dagegen im Halbdunkel einen Punkt, oder auch im Finstern einen nur schwachleuchtenden Punkt fixiren, so hören damit jene Bewegungen des Nachbildes auf. — Tritt nun im Finstern keine Bewegung des Nachbildes auf, so kann man daraus andrerseits schliessen, dass das Centrum der Retina das Bild des Funkens aufgefangen hat.

In Betreff des Beibehaltens der Richtung der Augenaxen und der Accommodation während der Dauer des Nachbildes im Finstern, kann man wohl schliessen, dass man dies gethan hat, wenn sich die scheinbare Grösse des Nachbildes nicht verändert. Man muss das aus dem sogenannten Lehot'schen Versuche schliessen, den übrigens schon Scherffer gemacht hat*) und den kürzlich Lubimoff noch einmal erfunden hat (Comptes rendus T. 47. p. 27. 5. Juillet 1858).

*) Scherffer sagt in seiner Abhandlung von den zufälligen Farben p. 15: »... wenn die weisse Fläche, auf die wir das Auge wenden, weiter von demselben entfernt ist, als der wahre Flecken, den wir betrachtet haben, so kömmt uns der Umfang des Nebenbildes um ebenso viel grösser vor, als des wahren. Denn wir halten einen Gegenstand für grösser, der in einer grösseren Entfernung ein gleich so grosses Bild abmalet, als der andere: weil nur der Eindruck der wahren Figur in dem Auge auf ebendemselben Orte verharret, auf den er Anfangs geschah, und wir sein Bild auf eben jener Fläche zu sehen glauben, in welcher sich die Gesichtsaxen schneiden, so kömmt uns dieses Nebenbild nothwendig vergrössert vor.« Scherffer Dissertation sur les couleurs accidentelles, Journal de Physique de Rozier T. XXVI. année 1785. Scherffer Dissertatio. Lateinisch vom Jahre 1761.

Lehot's Angabe ist nach Fechner (Repertorium 1832 p. 229): »Wenn man ein rothes Feld fixirt hat und den Blick hierauf gegen einen weissen

Zur Erzeugung des Funkens wurde eine Riess'sche Flasche benutzt; die Entfernung der beiden Messingkugeln lässt sich bei ihr genau bestimmen und man kann wohl auf nahezu gleich starke und helle Funken rechnen; indess werden dabei ohne Zweifel Verschiedenheiten in der Helligkeit durch die Temperatur, den Feuchtigkeitsgehalt der Luft u. s. w. herbeigeführt; dasselbe kann man von der Ungleichmässigkeit der Farbe des Funkens behaupten. Bei gemässigtem Tageslichte hatte derselbe allerdings constant eine himmelblaue Farbe, im Finstern dagegen erschien er fast rein weiss, doch so, dass er mitunter ein wenig gelb, andere Male mehr bläulich tingirt schien. Diese Ungleichheiten können indess bei einer grossen Anzahl von Beobachtungen nicht von besonderem Einflusse auf die Resultate sein. — Viel störender ist dagegen der mit dem Ueberspringen des Funkens verbundene Knall. Man kann, wie aus Fechner's Beobachtungen hervorgeht, nicht vorsichtig genug in der Vermeidung von Augenlidbewegungen sein, und doch wird man bei einem starken Funken schwerlich darüber sicher sein können, dass man keinen Augenlidschlag ausgeführt habe. Allerdings gewöhnt man sich mit der Zeit sehr an den Knall, so dass man nicht mehr dadurch erschreckt wird und keine Zuckung macht — dass indess in unserm Falle jede Bewegung der Augenlider ausgeschlossen gewesen ist, wage ich nicht zu behaupten. Es ist aber sehr wichtig, gerade die allerersten Affectionen der Netzhaut nach dem Ueberspringen des Funkens zu bestimmen; ich habe daher in einer Reihe von Experimenten sofort nach den Knalle die Augen geschlossen, und nicht wieder vor dem Vergehen des Nachbildes geöffnet, kann aber nicht sagen, dass dadurch etwas in dem Verlaufe des Phänomens geändert worden wäre. Das störendste Moment ist jedenfalls die sehr kurze Dauer des Funkens, die aber doch gerade wesentlich ist. Man übersieht gar zu leicht etwas oder sieht es so unbestimmt,

---

Grund wendet, so sieht man ein grünes Feld, welches aber kleiner, eben so gross oder grösser als das rothe Feld erscheint, je nachdem das weisse Papier, welches man ansieht, dem Auge näher, in gleichem oder in grösserem Abstande ist, als das rothe Feld.«

dass man den lebhaftesten Wunsch hat, das Phänomen möchte ein klein wenig länger dauern. Es ist daher immer die gespannteste Aufmerksamkeit auf die Erscheinung zu concentriren und man muss ausserdem nicht alle Abwandlungen mit einem Male erfassen wollen, sondern in den verschiedenen Versuchen bald auf das eine, bald auf das andre Moment in der Metamorphosenreihe des Nachbildes achten. Dazu ist natürlich eine sehr grosse Anzahl von Einzelversuchen nothwendig und ich kann daher nur an Alle, die diese Versuche wiederholen, die Bitte richten, nicht nach wenigen Versuchen über meine Resultate abzuurtheilen.

1. Nachbilder nach directer Betrachtung des Funkens.

Betrachtet man den elektrischen Funken bei Tagesbeleuchtung, so hat er eine entschieden blaue Färbung, ein schönes Himmelblau. Er erscheint bei einer gewissen Stärke, z. B. bei 10—11 Mm. Entfernung der beiden Messingkugeln an der Riess'schen Flasche nicht als ein scharf begrenzter Streifen zwischen den beiden Kugeln, sondern mit unbestimmten Contouren, indem seine Lichtintensität nach der Seite hin abnimmt. Lässt man nun bei nicht zu greller Tagesbeleuchtung, z. B. eine Stunde vor Untergang der Sonne, oder bei halbgeschlossenen Laden des Fensters den Funken überspringen, fängt ihn mit dem Centrum der Netzhaut auf und wendet die Augen sofort auf ein weisses Papier: so sieht man einen bläulich violetten Strich, welcher schmaler ist, als der überspringende Funken, aber von sehr lebhafter Färbung und umgeben von einem elliptischen, beinahe kreisförmigen Hofe, dessen Durchmesser nur wenig grösser ist als der des Streifens. Der Hof ist rein gelb und nicht scharf begrenzt. Dieser gelbe Hof bleibt bis zum Ende der ganzen Erscheinung. Der centrale oder Kernstreifen geht aus dem bläulichen Violet in ein reines Violet, aus diesem in ein röthliches Violet über; in den nächsten Secunden wird die Färbung immer mehr roth, bis ein reines Roth erscheint, welches aber sogleich etwas gelblich wird, ins Orange übergeht und indem auch dieses immer heller wird, endlich gelb wird. Nun fällt es etwa eine halbe Secunde lang mit

dem gelben Hofe zusammen, dann aber bemerkt man einen farblosen Kernstreifen in dem gelben Hofe. Dieser weisse oder farblose Streifen verdunkelt sich, ohne im Anfange eine Farbennüance zu zeigen, wird indess bald grünlich tingirt und geht in ein schönes Saftgrün über. Dies wird wieder blasser und unscheinbarer, vermischt sich allmälig mit dem gelben Hofe, dieser verblasst gleichfalls, zieht sich etwas zusammen und vergeht. Alle diese Farben des Kernstreifens sind von besonderer Schönheit und Lebhaftigkeit; sie lassen sich nur mit den Farben des Spectrums oder denen der Edelsteine vergleichen.

Etwas anders gestalten sich die Erscheinungen, wenn man gleichfalls bei matter Tagesbeleuchtung das Nachbild auf schwarzen Sammet wirft. Man sieht hier zunächst ein Nachbild von derselben Bläue, wie sie der Funken selbst hatte, umgeben von einem gelben Hofe, der indess etwas grösser ist, als der Hof auf weissem Papiere. Der Kernstreifen geht nun wieder allmälig zu Violet, dann zu Roth über. Aus dem Roth geht er nun aber nicht in Orange und Gelb über, vielmehr verdunkelt er sich, nachdem er roth geworden ist, so dass ein schwarzer Streifen im gelben Hofe erscheint. Allmälig wird der Streifen mit einem grünen Teint überzogen, die grüne Färbung wird lebhafter, fängt indess dann an, sich mit dem gelben Hofe zu vermischen und der Hof verschwindet, wie ein nasser Fleck auf einem erwärmten Bleche.

Bedeutender weichen hiervon die Abwandlungen des Nachbildes ab, wenn dasselbe im finstern Zimmer beobachtet wird. Der Funken erscheint als heller Fleck, ein bläulich oder gelblich tingirtes Weiss, und ist mit einem röthlichgelben Lichthofe umgeben. Dieser Lichthof hat etwa die Grösse eines Tellers, während der helle Funken die Grösse eines Viergroschenstücks hat. Unmittelbar nachdem der Funken übergesprungen ist, tritt ein blauer Nebel von etwa Tellergrösse ohne centralen Kern hervor, welcher am Rande mit einem röthlichgelben Nebel umgeben ist. Dieser gelbrothe Nebel zieht sich zusammen, indem der blaue Raum schnell vor ihm auf einen kleineren Kreis zurückweicht; zugleich wird das Blau intensiver und

heller. Dieser Process verläuft sehr schnell, binnen höchstens einer halben Secunde, und dann bleibt nur ein schmaler, horizontaler Streifen, wahrscheinlich dem intensivsten Theile des Funkens entsprechend, von derselben Grösse, wie die in den vorigen Versuchen beschriebenen centralen Streifen, zurück. Er hat manchmal noch ganz kurze Zeit eine bläuliche Nüance, wird aber dann sogleich roth und ist dann wieder von einem röthlich oder grünlich gelben Hofe umgeben. Dieser Hof bleibt meist bis zu Ende. Der Kernstreifen wird darauf gelb, dann weiss. In der gelben, mitunter auch erst in der weissen Phase ist er von dem Hofe durch einen schwarzen Ring getrennt. Das Nachbild hat also folgende Gestalt: mitten ein sehr schmaler, hellgelber Streifen von etwa 10 Mm. Länge und 1 Mm. Breite, von einem schwarzen, 2—3 mal so starken Ringe umgeben, und um diesen ein gelbrother nach aussen verschwimmender Nebel, ungefähr von der Grösse eines Handtellers. In dem schwarzen Ringe geht mitunter der centrale Kern auf, so dass nur ein dunkler Fleck im hellen Hofe erscheint; oder der centrale helle Fleck bleibt, überzieht den schwarzen Ring und vermischt sich mit dem Hofe. Oder der Hof verliert sich in der letzten Phase und der Kern bekommt undeutliche Contouren und vergeht als unbestimmter Fleck. — Bisweilen habe ich ganz im Anfange des Nachbildes ein eigenthümliches Wogen in dem Hofe bemerkt, so dass es aussieht, als ob der Hof aus mehreren Kreisen bestände, die gegen einander wogen und sich dabei auf den oben beschriebenen blauen Nebel zurückziehen. — So sind die Erscheinungen, wenn der elektrische Funken mit dem Centrum der Netzhaut gesehen worden ist und sich nicht bewegt.

Sehr auffallend ist bei dieser Erscheinung die gleichzeitige Mitbetheiligung der ganzen übrigen Netzhaut, die sich kaum schlagender demonstriren lässt. Ist nämlich das Zimmer nur so finster, dass man helle Gegenstände als matte Nebel sehen kann, oder sind im Fensterladen kleine Ritzen und Löcher sichtbar, so verschwinden diese sogleich nach dem Uebersprungen des Funkens und fangen erst an wieder zu erscheinen, wenn das Nachbild in den letzten Phasen

angekommen ist. Bei diesen Versuchen wurde der Funken mit beiden Augen betrachtet.

Es geht hieraus hervor:

a) Dass das Nachbild, welches durch directe Betrachtung des elektrischen Funkens entsteht, zuerst ein positives ist, welches verhältnissmässig am längsten dauert, dann ein negatives (dunkles) von kürzerer Dauer wird. Dieser Uebergang findet statt, mag das Nachbild im Finstern oder im Hellen beobachtet werden. In Bezug auf die Farben findet ein fortwährender Wechsel statt, so dass hier von complementären Farben nicht gesprochen werden kann. Es zeigt sich hier zunächst eine grosse Verschiedenheit, bedingt durch helle und dunkle Umgebung; das Spiel der abklingenden Farben ist bei weitem schöner, wenn Tageslicht auf die Retina einwirken kann, als in der Dunkelheit. Man sieht zugleich, welchen Einfluss der Contrast bei der Wahrnehmung der Farben hervorbringt: Jedermann wird den elektrischen Funken bei matter Tagesbeleuchtung blau nennen, im Finstern dagegen ist er kaum gefärbt und erscheint bald ein wenig bläulich, bald ein wenig gelblich tingirt. Der Contrast ist hier allerdings ein doppelter; erstens ist das Auge vor dem Ueberspringen des Funkens in tiefer Finsterniss und der Funken wirkt als ein verhältnissmässig sehr starkes und deswegen blendendes Licht; bei einem blendenden Lichte tritt aber die Farbennuance immer zurück. Zweitens ist die Umgebung stark contrastirend und sehr dunkel, wodurch gleichfalls eine Farbe an Intensität verliert, während die Helligkeit zunimmt. Man kann sich davon, wie ich schon früher gezeigt habe, leicht überzeugen, wenn man ein rothes Quadratcentimeter auf ein tief schwarzes Papier oder auf schwarzen Sammet legt, und ein Quadratcentimeter von demselben rothen Papier auf ein weisses Blatt Papier. Sieht man dann beide aus einer Entfernung von 5—10 Fuss an, so wird das Quadratcentimeter auf Schwarz fast Orange erscheinen, während das auf weissem Papier sehr dunkelroth erscheint, und man wird einen Andern nicht überreden können, dass beide Quadrate von demselben Bogen abgeschnitten sind. In ähnlicher Weise wird also auch die Farbennuance

des Funkens sich ändern. Hiermit harmonirt die viel schönere Färbung der Nachbilder bei Tagesbeleuchtung gegenüber der blossen Nüancirung des Nachbildes mit vorherrschendem Weiss in der Finsterniss. Im Tageslichte wirken Farbeneindruck und Lichteindruck gemeinschaftlich zur Hervorbringung der abklingenden Farben; im Dunkeln wirkt nur der Lichteindruck. Daher tritt auch schon eine Verschiedenheit ein, je nachdem man das Nachbild auf schwarzen Sammet oder auf weisses Papier wirft: die Farben sind auf weissem Papier bei weitem am schönsten. — Erwägt man die Verschiedenheit in der Färbung des Nachbildes im Hellen und Dunkeln, während der Uebergang vom Hellen (positiven) zum Dunkeln (negativen) derselbe bleibt, mag das Nachbild im hellen oder im dunkeln Zimmer beobachtet werden; so wird man die Brücke'sche Unterscheidung von positiv und negativ sehr glücklich gewählt finden. Die Plateau'sche Nomenclatur ist hier gar nicht durchzuführen, wie er sie auf pag. 402 seiner berühmten Abhandlung in den Annales de Chimie et de Physique, T. 58 (1835) aufstellt: L'intervalle qui s'écoule entre l'instant où la rétine est soustraite à l'action de l'objet coloré, et celui où l'impression commence à prendre l'état négatif, constitue ce que l'on entend par la Persistance des impressions de la rétine; et les phases négatives de l'impression constituent le phénomène des couleurs accidentelles. Wo hört in unsern Versuchen die Fortdauer der Eindrücke auf die Retina auf und wo fangen die zufälligen Farben an?

b) Auffallend ist ferner in diesen Versuchen die Form und Grösse des überspringenden Funkens und seines Nachbildes. Der überspringende Funken erscheint nicht als eine scharf begrenzte Linie, sondern ist an den Seiten verschwommen. Im Nachbilde dagegen erscheint er im hellen wie im finstern als ein scharf begrenzter Strich, der erst ganz am Ende der Erscheinung seine Begrenzung verliert. Ausserdem erscheint der überspringende Funken grösser als sein Nachbild, wenn dieses in dieselbe Entfernung, welche der Funken vom Auge hatte, projicirt wird. Wir haben es hier ohne Zweifel mit Irradiationserscheinungen zu thun. Wie weit sich bei dieser

Klasse von Erscheinungen die brechenden Medien des Auges betheiligen und wie weit eine sympathische Affection der Retina zu statuiren sei, darüber sind die Verhandlungen keineswegs geschlossen. Die angeführten Beobachtungen scheinen mir aber für die letztern, also für eine scheinbare Vergrösserung des Funkens durch sympathische Affection der den direct getroffenen benachbarten Retinatheile zu sprechen. Wäre nämlich die Verbreiterung des Funkens durch die brechenden Medien bedingt, so würde ein grösseres, verwaschenes Bild auf die Retina fallen, und dann müsste das Nachbild die Form und Grösse dieses Bildes haben. Das ist nicht der Fall. Gelangt dagegen das Bild des Funkens als kleiner, scharf begrenzter Streifen zur Retina, also so, wie das Nachbild erscheint, so kann dasselbe gleichwohl, vermöge seiner grossen Lichtstärke, die benachbarten Theile der Retina mit afficiren und dadurch eine scheinbare Vergrösserung erzeugen. Da aber diese Vergrösserung nicht dem auf die Retina geworfenen Bilde angehört, sondern sympatisch erzeugt worden ist durch ein kleineres reelles Bild; so wird die Affection, so weit sie sympatisch war, im Nachbilde verschwinden und nur das bleiben, was dem reellen Bilde entspricht, oder wenn die sympathische Affection fortdauert, so wird sie sich in ganz anderer Weise kund geben müssen, als die directe Affection. Dies letztere tritt nun in der That ein; denn der directen Affection der Netzhaut entspricht ohne Zweifel der centrale Kernstreifen, dem sympatisch erregten Theile dagegen der gelbe Hof. Damit ist es ganz im Einklange, dass der Hof bei dem im Finstern beobachteten Funken so sehr gross ist; ist die Erscheinung auf eine Fortpflanzung des Reizes auf der Retina zu beziehen, so ist es ganz in der Ordnung, dass im Finstern, wo die Empfindlichkeit für schwache Lichteinwirkungen vermehrt ist, die sympathische Affection eine grössere Stelle der Retina einnimmt und also der Hof grösser erscheint. Das mitunter beobachtete Wogen in dem Hofe und das schnelle Zurückgehen desselben dürften auch für die letztere Auffassung sprechen, Dass die Retina in noch weiterer Ausdehnung von dem Lichtreize afficirt wird, zeigt auch der erwähnte Umstand, dass auf den jenseits

des Hofes gelegenen Theilen, wo also keine bemerkbare Lichteinwirkung stattfindet, ein solcher Blendungszustand hervorgerufen wird, dass lichtschwache Objecte während der ersten Secunden des Nachbildes nicht wahrgenommen werden. Es findet also hier eine doppelte Affection der Retina statt, die man als sympathische und antagonistische unterscheiden könnte, und sympathisch die Erregung nennen, welche eine Lichtempfindung hervorruft, antagonistisch diejenige, welche, ohne eine subjective Lichtempfindung zu erzeugen, die Wahrnehmung objectiver Lichteindrücke schwächt oder aufhebt. Dieser Befund, dass die Retina so weit von der afficirten Stelle miterregt wird, ist keineswegs überraschend, denn schon aus den von Prieur de la Côte d'Or (Annales de Chimie et de Physique T. 54 année 13, conf. Plateau ibid. T. 58 année 1835, pag. 361) und noch mehr aus den von Chevreul (Mémoires de l'Institut T. XI, 1832, p. 447) angestellten interessanten Untersuchungen über den Einfluss gleichzeitig gesehener Farben aufeinander geht hervor, dass zwei farbige Streifen von 2 Centimeter Breite sich in ihren Nüancen modificiren, wenn sie um ihre dreifache Breite von einander entfernt liegen. Auch die Beobachtungen an farbigen Schatten gehören hierher, denn auch bei diesen wird ja, durch Affection einer Stelle der Retina, eine fern davon liegende Stelle derselben beeinflusst. Endlich gehört hierher die Erscheinung, dass durch ein starkes auf eine Stelle der Retina einwirkendes Licht andere Stellen der Retina für ein schwaches Licht unempfindlich werden, eine den Astronomen geläufige Erscheinung.

So schliessen sich diese Beobachtungen des elektrischen Funkens dem von Fechner ausgesprochenen Satze an (Poggendorff's Annalen, Bd. 50, p. 443):

„Der Eindruck, den eine Stelle der Retina empfängt, reagirt auf die anderen Stellen der Netzhaut mit und zwar wird, wenn auch nur ein sehr begrenzter Theil der Netzhaut getroffen wird, der ganze übrige Theil der Netzhaut in Mitleidenschaft gezogen."

Diese Mitleidenschaft kann nun entweder sympathisch (positiv) sein, indem auf andern, als den afficirten Theilen auch Licht empfunden wird, oder antagonistisch (negativ), indem kein subjectives

Licht empfunden und auch objectives Licht nicht wahrgenommen wird. Ich möchte daher dem andern Satze Fechner's nicht unbedingt beistimmen, „dass die Veränderungen des direct und des sympathisch afficirten Theiles stets complementär zu einander sind", denn der Kernstreifen und sein Hof waren nicht complementär zu einander gefärbt, was sich noch deutlicher in den Versuchen mit farbigen Gläsern, durch die der Funken gesehen wurde, zeigte. Da ich indess später (unter 4) Beobachtungen mitzutheilen habe, welche mit Fechner's Satz in Einklang sind, und Fechner selbst viele Beobachtungen für denselben angeführt hat, so glaube ich, dass derselbe zwar für viele Erfahrungen Geltung hat, dass aber weitere Beobachtungen nöthig sind, um zu eruiren, ob er allgemeine Geltung hat, oder nicht.

c) Die auch hier beobachteten Oscillationen (Plateau) werden unter 4 besprochen werden.

2. Nachbilder vom elektrischen Funken auf den peripherischen Theilen der Netzhaut.

Um die Entfernung des Funkens und seines Bildes von dem Centrum der Retina bestimmen zu können, musste erstens ein Punkt im finstern Zimmer fixirt werden, zweitens musste der überspringende Funken in der Peripherie eines Kreises liegen, dessen Mittelpunkt das Auge, dessen Halbmesser die Entfernung vom Auge zum fixirten Punkte war. Als Fixationspunkt diente ein in dem Pfropfen einer Flasche befestigtes Streichhölzchen, welches kurz vor dem Versuche mit nassen Fingern gerieben wurde und dann genügend glänzte ohne zu beleuchten. Es befand sich in gleicher Höhe mit den beiden Kugeln der Riess'schen Flasche. Ferner war auf dem Tische, auf dem die Flasche stand, ein Kreisbogen von 10 zu 10 Graden abgetheilt, aufgemalt und endlich ein Brett mit einem Ausschnitte auf dem Tische so angebracht, dass, wenn der Kopf an dasselbe angelehnt wurde, sich das Auge im Mittelpunkte des Kreises und in gleicher Höhe mit den Kugeln der Flasche befand. Figur I. Bei dem Versuche wurde also das Auge und zwar immer das rechte Auge ins Centrum, das Streichhölzchen auf 0^0 und die Riess'sche Flasche um gewisse

Grade vom Fixationspunkte entfernt gebracht. Die Funken sprangen über bei 10°, 20°, 30°, 45°, 60°, 70°, 80°. In allen diesen Entfernungen vom Centrum erschien immer der Funken als ein grosser glänzender Fleck ohne bestimmte Begrenzung und Färbung, und ebenso erschien das Nachbild; es war nur gelblich tingirt. Besondere Unterschiede in der Helligkeit seines Centrums und seiner Peripherie waren auf den jenseits 20 Grad gelegenen Theilen nicht mehr zu bemerken, ebensowenig bestimmte Phasen, es wurde nur im Verlaufe einiger Secunden matter. Bei 10° und auch noch bei 20° liess sich ein hellerer Kern, aber auch nicht bestimmt begrenzt, wahrnehmen, an dessen Stelle nach Verlauf einiger Secunden ein dunkler Fleck (in dem hellen Nebel) auftrat. In vielen Versuchen ist mir ein starkes Wogen (Oscillation) im Hofe des Nachbildes aufgefallen, ausserdem war der Hof und das ganze Nachbild von viel bedeutenderer Grösse, als bei directem Sehen. Farben des Nachbildes habe ich nicht bemerken können, auch nicht wenn der Funken durch farbige Gläser indirect gesehen wurde; es war dann nur viel lichtschwächer. Vielleicht würde eine Unterscheidung von Farben eher gelingen, wenn man die Versuche im Halbdunkel anstellte. — Die Nachbilder, welche in der Nähe des gelben Fleckes bei ungenauer Fixation entstehen, verhalten sich, so weit sie ohne Augenlidbewegung verfolgt werden können, ebenso wie die centralen. — Auffallend ist auch bei diesen Versuchen das Verschwinden des glänzenden Streichhölzchens, welches fixirt wurde, nach dem Ueberspringen des Funkens und während der ersten Secunden des Nachbildes. Etwas störend wirken dagegen die Nachbilder, welche von den im Zimmer befindlichen, durch den Funken erleuchteten, Gegenständen gewonnen werden.

Es zeigt sich also auch in diesen Versuchen das Abnehmen der Schärfe für das Erkennen der Form und der Farbe nach den peripherischen Theilen der Netzhaut hin. Es ist fast immer nur der Eindruck einer hellen nicht scharf begrenzten Fläche geblieben, er ist also positiv gewesen; nur mehr nach dem Centrum hin ist der Uebergang in die negative Phase (einen dunklen Kern) zu bemerken gewesen. Diese Beobachtung war gleichwohl für mich sehr über-

raschend, weil sowohl Foerster wie ich uns häufig bemüht hatten, Blendungsbilder durch indirectes Sehen in die Sonne oder in ein helles Lampenlicht auf den peripherischen Theilen der Netzhaut zu erzeugen, und uns dies nie geglückt war. Wir haben weder positive noch negative Bilder bemerken können. Nun würden allerdings negative Bilder dort immer eine grosse Unsicherheit haben und es ist mir bei einer bestimmten Form des Versuchs so vorgekommen, als befänden sich dunkle Stellen auf der Peripherie, wenn ich längere Zeit in die helle Lampe und dann auf einen weissen Bogen gesehen hatte. Sollte sich diess in weiteren Versuchen, mit denen ich noch beschäftigt bin, bestätigen, so würde vielleicht eine schnelle Ermüdung der Seitentheile für blendendes Licht zu statuiren sein, was indess wieder nicht zu meinen früheren Versuchen passen würde, in denen die Dauer der im diffusen Tageslichte erzeugten Nachbilder nur wenig kürzer war, als die der centralen. Hier fehlen also noch Versuche.

3. Nachbilder, wenn der Funken durch ein gefärbtes Glas betrachtet wird.

Der Funken, durch ein farbiges Glas gesehen, ist bedeutend lichtschwächer; leider verhalten sich aber hierin die Gläser ganz verschieden, beim rothen Glase ist die Lichtstärke z. B. viel geringer, als beim grünen, bei diesem schwächer als beim blauen. Die Entfernung der Messingkugeln betrug immer in diesen Versuchen 10 Mm. oder 11 Mm. Es ist hier viel schwieriger, einen Punkt zu fixiren, weil man wegen der Schwächung der Lichtintensität kaum noch die kleinen von den Drähten ausstrahlenden Lichtbüschel bemerkt und daher die Orientirung viel schwieriger ist; indess ist es mir doch gelungen, Nachbilder, die sich nicht bewegten, zu bekommen. Man muss auch darauf Acht haben, dass die Gläser nicht mit Wasserdampf beschlagen, weil man sonst Lichthöfe bekommt, die von dem Beschlage des Glases herrühren und die Beobachtung verwirren. Ganz zu vermeiden ist ein sehr lichtschwacher Hof indess überhaupt nicht, wenn man eine Flamme durch gefärbte Gläser betrachtet.

Rein rothes Glas (überfangen, lässt nur Roth durch).

Der Funken erscheint intensiv, roth mit röthem Hofe, von dem er nicht deutlich getrennt ist, und sehr lichtschwach. Unmittelbar nach dem Uebersprungen erscheint ein ziemlich tiefes Grün, dann ein blasses rundes Nachbild, von dem ich mich vergebens bemüht habe zu bestimmen, ob es grün oder roth ist. Stellte ich mir's in Gedanken grün vor, so hätte ich es eher roth nennen mögen und umgekehrt. Wer nicht in dem Falle gewesen ist, sich strenge Rechenschaft über Farbennüancen zu geben, der wird diese Bemerkung vielleicht abgeschmackt finden; ich führe deshalb zu meiner Rechtfertigung einen Ausspruch von Fechner an, dessen Autorität in Beurtheilung von Farbennüancen wohl Niemand in Frage stellen wird: „Statt zu sagen, ich sehe es entweder grünlich oder röthlich, ist indess richtiger zu sagen, ich sehe beide Nüancen zugleich im Gemenge neben einander; es kann aber das Auge leicht mehr auf die eine oder die andere Färbung reflectiren." (Poggendf. Ann. Bd. 44. p. 223).

Grünes Glas (überfangen; lässt vom Tageslichte durch: wenig Roth, viel Gelb, wenig Blau, fast kein Violet).

Der Funken erscheint lichtstärker, als durch Roth, und zwar grün, mit grünem Hofe. Im Nachbilde erscheint der nicht scharf begrenzte Funken und seine nächste Umgebung blaugrün und ist mit einem röthlich gelben Nebel umgeben. Dieser Nebel zieht sich, indem er den Hof gleichsam verzehrt, schnell zu einem roth tingirten Striche zusammen. Dieser bleibt bis zuletzt und löst sich entweder in einen Hof auf oder verschwindet. Ein Hof um den hellen Streifen war nicht wahrzunehmen.

Blaues Glas (überfangen; lässt vom Tageslichte alles durch ausser Violet).

Der Funken ist fast eben so lichtstark, als wenn er ohne Glas gesehen wird; er ist blau, mit blauem Hofe. Das Nachbild ist gleichfalls blau, der Rand des Hofes dagegen gelbroth; er verzehrt schnell den blauen Hof und Kern und schrumpft zu einem röthlichen Streifen zusammen. Dieser umgiebt sich oft mit einem gelben Hofe;

manchmal aber bleibt er ohne Hof; wird dabei gelb, später weiss; nachher wird er wieder gelblich, dann röthlich tingirt und in diesen letzten Abwandlungen tritt immer ein Hof auf. Ist der Hof intensiv, so ist er von dem helleren Kern durch einen dunkeln Ring getrennt. Zuletzt löst sich alles in einen gelben Hof auf.

Gelbes Glas (lässt durch: sehr wenig Blau und Violet, sonst Alles).

Beim Uebersprungen des Funkens erscheint eine lichtstarke, gelbröthliche Scheibe, in der Mitte am hellsten, nach aussen an Intensität abnehmend bis zu der Grösse etwa eines Handtellers: um diesen ein rein weisslicher Nebel von etwa Tellergrösse. Dieser äussere Hof verschwindet sogleich, und das Nachbild ist ein gelblich grüner Kern, mit einem röthlich gelben Hofe umgeben. Nach dem Grün erscheint Blau, dann Gelb. Wahrend dessen bleibt die Scheibe und nun erst schrumpft sie zu dem horizontalen Kernstreifen zusammen, der nur noch sehr wenig röthlich tingirt ist. Er wird immer mehr weiss und nimmt zuletzt einen bläulichen Schein an. Zugleich tritt ein gelber Hof auf, der durch einen dunkeln Ring von dem Kernstreifen getrennt ist; dann wird alles undeutlich.

Violettes Glas (lässt alles durch, aber nur sehr wenig gelb).

Der Funken ist ungefähr so intensiv, wie bei Grün; schön violet mit gleichem Hofe. Im Nachbilde ist ein grosser Hof, in dem noch etwas Blaues ausser dem Gelb zu bemerken ist, indess habe ich nie recht die Form des Blauen bestimmen können. Er zieht sich auf einen zuerst blauen, dann gelben, oder gleich zu einem gelben Streifen zusammen, der immer schmaler und weisser wird und sich endlich in einen unbestimmten Fleck auflöst. Ein Hof fehlt in den letzten Phasen.

Die Variationen der vollständigsten Beobachtungen beziehen sich zunächst auf einen Zwischenraum zwischen dem Erscheinen des Funkens und dem Auftreten des Nachbildes, in welchem das ganze Gesichtsfeld dunkel ist. Mitunter erscheint das Nachbild indess unmittelbar nach dem Funken und untrennbar von ihm. Worauf diese Verschiedenheit beruht, vermag ich nicht anzugeben, vielleicht wird

sie durch Augenlidbewegungen im Momente nach dem Funken bedingt, indess weiss ich dann wieder nicht, ob eine Augenlidbewegung oder das Unterbleiben derselben jene Dunkelheit des Gesichtsfeldes bedingt. Ich habe dies auch unter andern Umständen (s. 4.) beobachtet. Ferner finden Verschiedenheiten in dem Erscheinen des Nachbildhofes statt so wie in seiner Grösse und Deutlichkeit. — Endlich verschwindet das Nachbild manchmal ohne Hof, manchmal löst es sich in einen Hof auf.

Abweichend von den Experimenten mit Sonnen- und Lampenlicht zeigt sich der Hof nicht complementär gefärbt; er ist fast immer gleichfarbig, während des Ueberspringens von Funken, und im Nachbilde pflegt auch nur die äusserste Peripherie anders und zwar öfters complementär gefärbt zu sein. In späteren Stadien ist der Hof immer gelb. Der Kern zeigt sich immer überwiegend weiss, seine nicht starken Farbennüancen lassen sich nicht unter eine Regel bringen; hiervon liegt die Schuld wohl mit an der Unreinheit der Gläser. — Immer aber ist das Nachbild positiv, und wird erst im letzten Momente negativ, d. h. dunkel in einem hellen Nebel. Das nachherige Erscheinen eines positiven Nachbildes habe ich nicht beobachtet.

Merkwürdig ist das Auftreten eines positiven complementären Nachbildes bei dem rothen Glase. Es ist dieselbe Erscheinung, welche Brücke bei Kerzenlicht beobachtet und in seiner Abhandlung (Poggendorff's Annalen Bd. 84) p. 443 beschrieben hat, und die ich ebenso, wie Brücke, sehe, nur hat bei mir das grüne Nachbild einen stark bläulichen Teint. Wenn das Experiment nicht sogleich gelingen sollte, so kann man es dadurch dahin bringen, ein intensives grünes positives Nachbild zu erhalten, dass man während des Beobachtens der Flamme die Augen auf Momente schliesst und gleich nachher wieder auf das Licht sieht.

Ich habe noch einer eigenthümlichen Erscheinung zu gedenken, von der ich unsicher bin, ob sie mit den Nachbildern in einem Zusammenhange steht. Ich habe nämlich dreimal, an drei verschiedenen Tagen, nachdem ich eben den Funken durch rothes Glas beobachtet hatte, und einmal, als ich ihn durch grünes Glas gesehen hatte, und

einige Zeit, nachdem das Nachbild verschwunden war, in das Finstere starrte, einen hellen Fleck von röthlicher Farbe bemerkt, und von der Grösse eines Handtellers, der alsbald im Centrum grünlich zu werden anfing und allmälig ganz grün wurde, dann wieder vom Centrum aus röthlich wurde, dann wieder grünlich und sofort. Das eine Mal habe ich diesen Wechsel 15mal, ein anderes Mal, wo ich gezählt habe, 10mal erfolgen sehen. Da ich so etwas weder sonst nach dem Betrachten des Funkens, oder einer Flamme etc. bemerkt habe, aber auch nicht später nach längerem Verweilen im Finstern, so weiss ich nicht, ob diese Erscheinung als Nachbild zu deuten und mit dem Funken in Zusammenhang zu bringen ist, oder nicht.

4. Nachbilder von Objecten, welche durch den Funken beleuchtet werden.

Zur Untersuchung dieser Reihe von Nachbildern diente die im vierten Bande dieser Zeitschrift pag. 217 beschriebene Vorrichtung: weisse Papierbogen mit rothen, schwarzen oder blauen, je 1 Quadratcentimeter grossen und je 1 Centimeter von einander entfernten Quadraten; die Bogen sind zu einem Halbcylinder gebogen, in dessen Axe sich das Auge, den Quadraten gegenüber befindet. Zwei Fuss davon entfernt in der Verlängerung der Axe des Cylinders befinden sich die Kugeln der Riess'schen Flasche, so dass der überspringende Funken die Bogen mit den Quadraten ziemlich gleichmässig beleuchtet. In Figur II sieht man die Vorrichtung so, wie sie gebraucht wurde, aufgestellt; in A ist das Auge, das unterste (mittelste) Quadrat F wird fixirt, in E springt der Funken über. —

Ausserdem hatte ich Bogen mit verschiedenen Figuren von 1 Quadratcentimeter Flächeninhalt in Zwischenräumen von je 1 Centimeter beklebt; es waren Kreise, Halbkreise, recht-, spitz- und stumpfwinklige Dreiecke, Parallelogramme und Quadrate, welche unregelmässig mit einander wechselten, von rother und schwarzer Farbe. Sie sollten dazu dienen, angeben zu können, wie weit vom Centrum entfernt ein Vorgang an einer Figur stattfände, weil es sich in den früheren Versuchen gezeigt hatte, dass das Zählen von Quadraten

bei unbewegter Retina nur sehr mangelhaft geschehen kann. Indess wird dadurch die Ortsangabe auch nur wenig erleichtert, und da ausserdem farbige Figuren von gleichem Flächeninhalte keineswegs gleichwerthig für den Farbensinn sind, so gebe ich den Quadraten den Vorzug. Ferner hatte ich tiefschwarze Papierbogen mit weissen Quadraten und Figuren beklebt. Auf diese Weise wurde es möglich, zugleich die directen und die peripherischen Nachbilder zu prüfen.

Schwarze Quadrate auf weissem Grunde. Im Augenblicke, wo der Funken überspringt, erscheint die ganze Reihe der Quadrate scharf begrenzt, der weisse Grund etwas bläulich tingirt. Scheinbar gleichzeitig aber erscheinen mit den schwarzen Quadraten zugleich an derselben Stelle glänzendhelle Quadrate mit bläulichem Teint. Darauf erscheinen sogleich die Quadrate wieder und zwar als schwarze Quadrate auf weissem, etwas gelblichem Grunde. Die Quadrate des Nachbildes erscheinen nur ganz kurze Zeit scharf begrenzt; zuerst wird der Rand der peripherisch gelegenen Quadrate verwischt, dies schreitet allmälig nach dem fixirten Quadrate hin fort; dabei wird das Nachbild matter, die Quadrate fliessen endlich zusammen, und es bleibt nur ein schwarzer Streifen von wenigstens 3 Centimeter Breite mit verschwommenen Rändern auf einem helleren Grunde. Das Bild wird immer lichtschwächer und undeutlicher und verschwindet endlich ganz. — Ebenso verhalten sich die Figuren, indessen glaube ich, mich bei ihnen und später auch bei den Quadraten überzeugt zu haben, dass die vorerwähnten, scheinbar gleichzeitigen glänzenden Nachbilder nur in der mehr centralen Region sichtbar sind, so dass nur 7—10 Figuren oder Quadrate glänzend erscheinen; weiter seitlich konnte ich sie nicht mit Bestimmtheit wahrnehmen. —

Ich habe mich nun sehr bemüht, nachher noch negative Nachbilder zu bemerken, indess habe ich nur einige Male einen matten Streifen im Dunkel zu sehen geglaubt. Eine eigentliche Oscillation fehlt daher; da aber in den meisten Versuchen das positive Nachbild seine volle Intensität erst allmälig erlangte, in einigen Versuchen die

Quadrate im Anfange des Nachbildes sogar ganz verwaschen und undeutlich erschienen, im weitern Verlaufe aber schwärzer und scharf begrenzt wurden, so, glaube ich, kann man hierin, wenn man der Plateau'schen Darstellungsweise folgt, die erste Curve einer Oscillation sehen, welche folgende Form haben würde (Figur III):

Af bedeutet die Zeit, Ab die Stärke des momentanen objectiven Gesichtseindruckes, Ac das scheinbar gleichzeitige negative complementäre Bild; die Curve α entspricht der Erscheinung, wo der objetive Eindruck sofort in das positive Nachbild übergeht; die Curve β, wo das Bild im Anfange schwächer ist, aber dann wieder intensiver wird, die Curve γ, wenn ein Zeitraum, wo alles dunkel ist, zwischen dem objectiven Eindrucke und dem positiven Nachbilde liegt. Ac gilt für alle 3 Curven. Ob die dunkeln Quadrate und ihre negativen Bilder gleichzeitig erscheinen, oder ob nur ein so kurzes Intervall zwischen ihnen liegt, dass der Zeitsinn nicht scharf genug ist, um es wahrzunehmen, muss zweifelhaft bleiben.

Rothe Quadrate auf weissem Grunde. Im Augenblicke, wo der Funken überspringt, erscheinen die Quadrate mehr oder weniger intensiv roth gefärbt, je nach der Stärke des Funkens, immer aber scharf begrenzt. Wieder scheinbar gleichzeitig mit ihnen erscheinen hellgrüne, glänzend helle Quadrate, die rothen nicht ganz deckend, sondern etwas verschoben gegen sie. Der weisse Grund erscheint grünlich tingirt. Dann tritt unmittelbar nachher das positive Nachbild auf, indem die Quadrate nur noch wenig oder gar nicht mehr roth tingirt sind und sich mehr dem Schwarz nähern. Schnell werden sie ganz schwarz und verhalten sich nun weiterhin ebenso wie die schwarzen, d. h. sie verschmelzen unter einander, so dass nur noch ein breiter, dunkler verschwommener Streifen durch das helle Gesichtsfeld geht. An der Peripherie fängt das Undeutlichwerden der Quadrate meist zuerst an, und schreitet dann schnell nach dem Centrum fort; indess kann auch die ganze Reihe der Quadrate gleichzeitig undeutlich werden. Der dunkle Streifen verblasst und verschwindet allmälig, indem die Finsterniss obsiegt. — Auch bei den rothen Quadraten erschien das positive Nachbild mitunter

im Anfange mit verwaschenen Quadraten, die erst allmälig scharf begrenzt wurden; indess hatte die Färbung derselben ihren eignen Gang, denn die Farbe war zu Anfang immer am meisten roth und wurde, mochten die Quadrate schnell oder langsam scharf begrenzt werden, immer schnell schwarz. Positiv muss man das Nachbild trotzdem nennen, denn roth ist ja dunkler als weiss.

Blaue Quadrate auf Weiss. Diese ergeben keine bestimmten Resultate; da nämlich der Funken sehr viel Blau enthält, so kann der Contrast zwischen den blauen Quadraten und dem weissen Grunde nicht sehr bedeutend sein; die Quadrate erscheinen daher von einem sehr hellen Blau und grenzen sich nicht scharf gegen ihre Umgebung ab. Die negativen gleichzeitigen Bilder wurden daher gar nicht bemerkt, der Grund war kaum gelblich tingirt und die blauen Nachbilder sehr matt und undeutlich.

Weisse Quadrate auf schwarzem Grunde. Diese erscheinen beim Ueberspringen des Funkens schwach bläulich tingirt. Negative Bilder waren nicht zu bemerken. Im positiven Nachbilde traten sie als schmutzig olivengrün gefärbt auf, kamen unregelmässig und verschwanden auch so, dass bald das eine, bald das andere undeutlich wurde. Zuletzt war nur noch ein etwas hellerer Streifen auf dunkelm Grunde. Ebenso verhielten sich die Figuren.

Veränderungen durch die Stärke des Funkens waren zu bemerken in Bezug auf die Intensität und die Dauer der Nachbilder. Das objective Bild ist licht- und farbenschwächer, die negativen Quadrate treten nur undeutlich auf und sind bei einer Entfernung der Kugeln von 4,5 Mm. gar nicht mehr zu bemerken. (Sie dauern ferner bei einem starken Funken, wie es scheint, länger, als bei einem mittleren, wenn hier nicht eine ähnliche Sinnestäuschung obwaltet, wie sie Volkmann bei den Herztönen gefunden hat.) Merkwürdigerweise dauert aber umgekehrt das positive Nachbild bedeutend und zwar mehr als noch einmal so lange bei einem schwachen, als bei einem starken Funken. Der Unterschied ist ausserordentlich auffallend, und ich habe so viel vergleichende Beobachtungen gemacht, dass ich dies mit der grössten Sicherheit be-

haupten kann. Dieser Unterschied tritt besonders deutlich hervor, wenn, wie dies bei grosser Entfernung der Kugeln leicht vorkommt, der Funken, nachdem er das erste Mal zwischen den Kugeln übergesprungen ist, das nächste Mal von einer Belegung der Flasche zur andern überspringt; in letzterem Falle ist er sehr lichtschwach. Es fällt mit dieser Beobachtung eine Behauptung Plateau's gegen Scherffer. Scherffer hatte zur Erklärung der Nachbilder im Finstern, die ihm viele Schwierigkeiten machte, gesagt, pag. 17: „Zu diesem kömmt noch, dass, weil wir keinen Körper von einer einfachen Farbe haben, alle Gattungen des Lichts, z. B. von einem rothen zurückstrahlen, obschon die rothe die Oberhand hat. Und diese Strahlen sind nicht so wenig, als man sich vielleicht einbildet, denn dergleichen zurückgeworfenes Licht lässt sich sehr deutlich durch ein gläsernes Dreieck in die sieben Hauptfarben absondern. Wenn man alle diese Strahlen zusammennimmt, vielleicht verursachen sie in dem Auge eine gemässigte Bewegung, welche eben darum länger fortdauert, als die allzugrosse, welche von der eignen Farbe der Figur ist erregt worden, und ehender undeutlich wird, nachdem der äussere Gegenstand zu wirken aufhört."

Diese letztere Möglichkeit will nun Plateau in seiner Abhandlung S. 15 nicht zugeben: „Je n'ai pas besoin d'insister sur le peu de fondement de cette nouvelle manière d'envisager les couleurs accidentelles, à laquelle du reste personne n'a fait attention. Elle repose en effet sur ce principe que rien ne justifie et qui a contre lui toutes les analogies et toutes les probabilités, qu'une impression forte subsiste moins long-temps, après la cessation de la cause extérieure, qu'une impression plus faible. Elle conduirait d'ailleurs à cette conséquence évidemment fausse, que les couleurs accidentelles ont moins de durée lorsque l'objet qui les a fait naître était plus éclatant." Hier haben wir aber beim elektrischen Funken ein Beispiel, dass die Nachbilder von geringerer Dauer sind, wenn ein starker Eindruck gemacht worden ist, als wenn derselbe schwach gewesen ist. Es ist hier nicht der Ort, auf die Scherffer-Plateau'sche Controverse einzugehen, indess sieht man daraus, wie

vorsichtig man mit theoretischen Deductionen bei den Nachbildern sein muss, und es ist nach dem oben erwähnten die Möglichkeit nicht ausser Acht zu lassen, dass ein ähnliches Verhalten gegen starke und schwache Eindrücke die eigenthümliche Reaction der peripherischen Netzhauttheile gegen die Nachbilder bedingt. — Man wird nun freilich verlangen, dass ich diese Angabe mit bestimmten Zahlen belege; da mir indess genaue für diesen Zweck passende Instrumente nicht zur Verfügung standen, und die Grenzen der Nachbilder überhaupt nicht so leicht zu bestimmen sind, so habe ich es vorgezogen, statt ungenauer Zahlenangaben lieber gar keine zu machen, und kann nur wiederholen, dass bei einem Funken von 10 Mm. Länge das positive Nachbild der Quadrate nur halb so lange dauert, als bei einem Funken von 4,5 Mm. Länge. Hoffentlich bietet sich mir bald Gelegenheit, diesen Mangel nachzuholen.

Da ich bemerkt hatte, dass bei den schwarzen und rothen Quadraten auf weissem Grunde, so wie bei den weissen Quadraten auf schwarzem Grunde das Weiss nicht rein weiss, sondern mit einer Farbennüance erschien, so untersuchte ich noch farbige Streifen von 30 Ctm. Länge und 8 Ctm. Breite, auf welche schwarze oder weisse Quadratcentimeter je 1 Centimeter von einander entfernt aufgeklebt waren. Diese Streifen wurden auf einen weissen Papierbogen oder auf schwarzen Sammet an meinem Apparate gelegt und bei Funken von 10 Mm. Länge beobachtet. Das Bild auf die Fläche projicirt war dann so (s. Figur IV):

a b bedeutet die Reihe der Quadrate auf dem gefärbten Streifen c c; d d bezeichnet die weisse resp. schwarze Unterlage.

1) a. Rother Streifen mit weissen Quadraten auf weissem Papier.

Der Streifen erscheint beim Ueberspringen des Funkens roth, der Grund grün tingirt; ebenso die Quadrate. Gleichzeitig oder unmittelbar nachher erscheint das negative complementäre Bild momentan: hellgrüner Streifen, auf welchem die Quadrate nicht zu bemerken sind. Dann tiefes Dunkel. Aus diesem taucht ein tief grün

gefärbter Streifen auf, mit undeutlichen röthlichen Quadraten; der Streifen wird etwas stärker grün und hebt sich mehr von dem röthlichen Grunde ab. Dann wird er wieder dunkel und verschwimmt mit dem Grunde.

Ebenso verhält sich der rothe Streifen mit den schwarzen Quadraten; nur bleiben die Quadrate immer schwarz auch im Nachbilde, ohne negative Bilder zu entwickeln.

1) b. Rother Streifen mit weissen Quadraten auf schwarzem Sammet.

Beim Ueberspringen des Funkens Roth mit grünlichen Quadraten. Dann sofort ziemlich dunkelgrünes Nachbild, welches bleibt; später treten in demselben röthliche Quadrate auf; das Grün wird sehr bald bläulich und später fast ganz blau, von etwas schmutzigem Teint. Die Quadrate kommen unregelmässig und trennen sich erst allmälig von einander. Dann verschwinden sie auch unregelmässig, indem alles dunkel wird. — Ebenso ist es bei dem Streifen mit den schwarzen Quadraten.

2) Grüner Streifen.

a. Auf weissem Papier gab derselbe kein bestimmtes Resultat, wahrscheinlich weil das Grün zu hell war und zu wenig gegen den Grund contrastirte.

b. Mit weissen Quadraten auf schwarzem Sammet. Mit dem schwach grünen Bilde beim Funken erscheinen auch die weissen Quadrate mit röthlichem Teint. Unmittelbar nach dem Funken, scheinbar gleichzeitig mit ihm, eine röthliche Färbung des Streifens; dann erscheint der Streifen im Nachbilde weiss; ob er röthlich oder grünlich tingirt ist, lässt sich nicht unterscheiden.

c. Mit schwarzen Quadraten auf schwarzem Sammet. Der Streifen erscheint beim Funken nur schwach grün, überwiegend weiss; im Nachbilde röthlich tingirt. Von negativen Nachbildern der Quadrate ist nichts zu bemerken.

3. Blaue Streifen mit weissen Quadraten auf Weiss.

Der Streifen erscheint hellblau mit gelben Quadraten auf gelbrothem Grunde. Nachher ist alles dunkel. Aus dem Dunkel entwickelt sich ein dunkler Streifen auf Grau, welcher immer heller wird und zuletzt schmutzig hellblau aussieht. Der Grund hellt sich gleichfalls auf und wird röthlich; die Quadrate erscheinen hell, gelb-röthlich tingirt und nicht alle gleich deutlich. Der Streifen verschwindet von den Seiten her.

b. Blauer Streifen mit schwarzen Quadraten auf Weiss. Erscheint als Blau mit schwarzen Quadraten auf gelbrothem Grunde. Gleichzeitig ein gelbes Nachbild von den Streifen. Dann schmutzig graublaues Nachbild mit schwarzen Quadraten auf gelbröthlichem Grunde.

c. Blauer Streifen mit weissen Quadraten auf schwarzem Sammet. Mit dem Blau während des Funkens erscheinen die Quadrate gelb glänzend. Darauf erscheint ein intensiv gelbes Nachbild, welches bleibt. Auf ihm entwickeln sich in unregelmässiger Reihenfolge weisse glänzende, förmlich abgehobene Quadrate, die auch wieder unregelmässig matt werden und verschwinden. Der Streifen verschwindet etwas später, bleibt aber bis zu Ende gelb.

d. Blaue Streifen mit schwarzen Quadraten auf schwarzem Sammet. Während des Funkens etwas matt blau, gleichzeitig ein weisses Nachbild; darnach in einigen Versuchen alles dunkel, in andern sogleich ein gelbes Nachbild mit schwarzen Quadraten; das Gelb ist etwas graurötlich tingirt.

4) Gelber Streifen mit weissen Quadraten. Unterlage weiss.

Erscheint während des Funkens als Gelb auf bläulich tingirtem Grunde, gleichzeitig mit ihm ein schönes lichtes Blau. Dann ist alles dunkel. Aus der Finsterniss taucht ein dunkelblauer Streifen auf; der Streifen hellt sich auf, es erscheint ein grauer Grund; dann erscheint der Streifen blau auf röthlichem Grunde mit röthlichen Quadraten.

b. Mit schwarzen Quadraten. Der Streifen erscheint gelb mit schwarzen Quadraten auf bläulichem Grunde; gleichzeitig der Streifen dunkelblau ohne Quadrate. Dann alles dunkel. Darauf wird der Streifen intensiv blau mit schwarzen Quadraten; das Blau wird heller, die Quadrate bleiben schwarz, der Grund bleibt röthlichgelb bis zu Ende.

c. Gelber Streifen mit weissen Quadraten; Unterlage schwarz. Er erscheint beim Funken gelb mit bläulich tingirten weissen Quadraten. Dann sogleich schön blau; dies wird schnell hellblau und fast weiss mit schönen gelblichen Quadraten, die unregelmässig kommen und verschwinden.

d. Mit schwarzen Quadraten. Erscheint beim Funken gelb mit schwarzen Quadraten, gleichzeitig hellblau; dann sofort gelb mit schwarzen Quadraten und bleibt bis zu Ende gelb.

Gemeinschaftlich bei allen diesen Versuchen und in Uebereinstimmung mit den früheren Versuchen, wo Objecte durch den Funken erleuchtet wurden, zeigt sich das länger dauernde und constant auftretende Nachbild stets positiv, d. h. das Helle im Object ist auch hell im Nachbilde und umgekehrt. So sieht man auch Gegenstände und Personen, die sich in dem finstern Zimmer, welches durch den Funken erleuchtet wird, befinden, im Nachbilde ebenso, wie während des Funkens, und ihr Beharren im Nachbilde sowie ihr allmäliges Vergehen macht einen komisch unheimlichen Eindruck. Diese Nachbilder verhalten sich also gerade umgekehrt, wie die nach langem Betrachten der Objecte entstehenden, welche immer nur negativ erscheinen.

Dagegen zeigen sich nun grosse Verschiedenheiten in der Farbe der Nachbilder, denn sie sind bald complementär, bald gleichfarbig, wie die folgende Tabelle zeigt.

Complementäres Nachbild.			Gleichfarbiges Nachbild.		
Streifen	Quadrate	Unterlage	Streifen	Quadrate	Unterlage
Roth	weiss	weiss			
ditto	ditto	schwarz			
Blau	weiss	schwarz	Blau	weiss	weiss
Blau	schwarz	schwarz	Blau	schwarz	weiss
Gelb	weiss	weiss	Gelb	schwarz	schwarz
Gelb	schwarz	weiss			
Gelb	weiss	schwarz			

Eclatanter konnte sich die Brückesche Warnung wohl nicht bewahrheiten, „man möge vorsichtiger in der Verallgemeinerung der gefundenen Sätze zu Werke gehen, und nicht ohne weiteres aus einer Erscheinung, welche man bei einer Farbe wahrgenommen hat, auf analoge Erscheinungen bei andern Farben schliessen.“

Völlig verdutzt gemacht hat mich das Verhalten des Roth. Die Quadrate auf dem weissen Papierbogen und der rothe Streifen mit den weissen Quadraten sind von demselben Bogen geschnitten; sie verhalten sich gegen das Prisma ganz gleich und doch erscheinen die ersteren im Nachbilde deutlich roth, der letztere entschieden grün; ich kann nicht glauben, dass ich mich getäuscht habe; ich habe die Experimente mit den rothen Quadraten und mit den rothen Streifen an demselben Tage, unter ganz gleichen Umständen wechselsweise hintereinander angestellt; die Erscheinung blieb immer dieselbe. Das einzig Verschiedene ist die Grösse der rothen Fläche an sich und im Verhältniss zum Weissen, denn während dort im Ganzen nur 30 Quadratcentimeter Roth vorhanden waren, betrug hier die Fläche des Roth 225 Quadratcentimeter. Im diffusen Tageslichte zeigen indess beide Objecte das Nachbild von gleicher complementärer Farbe. Jedenfalls würden zur Aufstellung eines solchen Satzes, dass die Grösse einer farbigen Fläche dafür maassgebend ist, ob das Nachbild von derselben oder von der complementären Farbe ist, neue Versuche

nothwendig sein, um so mehr, da in beiden Fällen der primäre objective Eindruck und das scheinbar gleichzeitige negative Nachbild gleich waren. Jedenfalls wird man aber an die Möglichkeit eines solchen Verhaltens denken, und auf die Grösse der das Nachbild erzeugenden Fläche aufmerksam sein müssen. Auch muss ich noch zur Stütze dieses Parodoxons anführen, dass die weissen Quadrate und Figuren, auf schwarzem Grunde ganz anders nüancirt, im Nachbilde erschienen, als der weisse Grund bei den schwarzen Quadraten und Figuren. — Dagegen verhielt sich Blau unter beiden Umständen gleich; es erzeugte auf Weiss immer ein positives Nachbild.

Merkwürdig ist ferner das Verhalten von Blau und Gelb im positiven Nachbilde. Beide verhalten sich gerade entgegengesetzt. Denn während Blau auf schwarzem Grunde und mit schwarzen Quadraten ein complementäres gelbes Nachbild liefert, giebt Gelb mit schwarzen Quadraten und auf schwarzem Grunde auch ein gelbes, also ein gleichfarbiges Nachbild. Allerdings ist das Nachbild von Blau nicht rein gelb, sondern mit etwas Grau-Rosa verunreinigt, indessen ist es jedenfalls nicht blau. Wie sehr sich die Nachbilder dieser beiden Farben gleichen, zeigte sich am deutlichsten, als ich beide zugleich auf schwarzen Sammet legte, so dass sie etwa 1 Decimeter von einander entfernt waren, und nun den Funken überspringen liess; die Nachbilder waren sich sehr ähnlich, nur das des blauen Streifens hatte eine graue Beimischung. Diese beiden Farben waren im Tageslichte an Tiefe ziemlich verschieden, und zwar das Blau viel dunkler, im Lichte des elektrischen Funkens aber erschien das Blau viel heller, so dass sie ziemlich als gleich hell angesehen werden konnten. Dasselbe Verhalten zeigt sich, wenn der Grund weiss ist, nur hat dann Gelb ein complementäres blaues, Blau ein gleichfarbiges blaues Nachbild. Man sollte nun glauben, dass, da Blau auf schwarzem Grunde ein gelbes Nachbild lieferte, mochten die Quadrate auf ihm weiss oder schwarz sein, und Gelb auch ein gelbes, wenn es auf schwarzem Sammet lag und mit schwarzen Quadraten bekleibt war; — dass auch Gelb, mit weissen Quadraten auf schwarzem Grunde ein gel-

bes Nachbild geben würde; aber es ist umgekehrt schön blau, also complementär. Allerdings ist es später fast gar nicht mehr gefärbt, indess sprechen seine erste Färbung und die gelbe Färbung der weissen Quadrate dafür, dass es als complementär anzusehen ist. Man erkennt noch mehr, wie vorsichtig man mit Schlüssen und Analogie bei Nachbildern sein muss, wenn man dazu erwägt, dass auch Blau auf weissem Grunde unabhängig von den schwarzen und weissen Quadraten immer ein gleichfarbiges Nachbild lieferte.

Interessant ist jedenfalls die bedeutende Wirkung des Contrastes, dass dieselbe Farbe ein complementäres oder gleichfarbiges Nachbild unter sonst ganz gleichen Umständen liefert, je nachdem der Grund schwarz oder weiss ist, während man doch a priori nur eine Nüancirung des Nachbildes annehmen würde.

Eigenthümlich verhält sich der Contrast der Umgebung gegen die scheinbar gleichzeitigen, schnell vorübergehenden complementären Bilder. Ihr Verhalten ist gewissermassen umgekehrt, wie das der positiven Nachbilder, denn während sie constant complementär gefärbt sind, sind sie bei schwarzer Umgebung positiv, d. h. sie erscheinen hell, während das objective Bild hell auf dunklem Grunde ist; bei weisser Umgebung negativ, sie erscheinen hell, während das Object dunkel auf hellem Grunde ist. Richtiger wird man indess vielleicht sagen: sie erscheinen immer heller als ihr Object und unabhängig von dem Grunde. — Bei den positiven complementären Nachbildern, wenn dieselben unmittelbar dem objectiven Eindruck folgten, habe ich sie gar nicht bemerkt.

Es ist die Frage, wie wir überhaupt diese kurz dauernden complementären Bilder anzusehen haben, ob sie als wirklich gleichzeitig anzusprechen sind, oder ob sie es nur scheinbar sind und dann also in die Kategorie der eigentlichen Nachbilder gehören. Gegen ihre wirkliche Gleichzeitigkeit spricht die Verschiebung derselben gegen das Object, indess ist es ja immerhin fraglich, ob in so kurzer Zeit eine Augenbewegung stattfinden kann. Andrerseits ist zu bedenken, dass sie vielleicht das Object von allen Seiten etwas überragen, wie es auch oft den Anschein hat, und es nur wegen der

Unzulänglichkeit der Beobachtung als eine Verschiebung aufgefasst wird; dass wir ferner vielleicht nur auf die Verschiebung schliessen und sie dann auch wahrzunehmen glauben, weil es gegen unsern Verstand ist, zwei Grössen gleichzeitig an demselben Orte wahrzunehmen. Ist aber die Erscheinung wirklich gleichzeitig, so würde darin der Beweis liegen, dass sich der primäre und der complementäre Eindruck mit einander von Anfang an complíciren (Fechner) und sich nicht succediren (Plateau). Es würde sich dieser Auffassung eine andere Erscheinung sehr gut anschliessen lassen, nämlich die von mir ganz constant bei allen Farben beobachtete complementäre Färbung des Grundes, wenn derselbe weiss ist, d. h. Licht genug reflectirt, um die Farbennüance wahrnehmen zu lassen. Im Momente des Ueberspringens von Funken tritt also gleichzeitig eine complementare Färbung des Grundes auf. Da nun bei einer längeren Betrachtung eines farbigen Flecks die complementäre Farbe gleichzeitig mit der objectiven auftritt und dieselbe modificirt, so ist es mir wahrscheinlich, dass jene complementäre Färbung nicht bloss den Grund, sondern auch die farbige Fläche selbst überzieht und nun entweder wegen der grösseren Intensität der objectiven Farbe nicht bemerkt wird, oder unter Umständen bemerkt wird und dann jenes stets mit dem Grunde gleich gefärbte, scheinbar gleichzeitige, Bild ihr Ausdruck ist.

Diese complementäre Färbung des Grundes ist auch noch in anderer Rücksicht wichtig, denn sie beweist die Mitbetheiligung der ganzen oder eines grossen Theiles der Retina an dem Eindrucke, der auf einen kleinen Theil derselben gemacht wird. Eine solche sympathische Erregung findet also nicht bloss in Beziehung auf Lichtwahrnehmung, sondern auch auf Farbenwahrnehmung statt, und in diesen Versuchen ist, wie Fechner angiebt, die Affection immer complementär (oder antagonistisch). Dass ich diese längst bekannte complementäre Färbung des Grundes hier zur Sprache bringe, geschieht deswegen, weil ich immer den Verdacht nicht habe los werden können, jene complementäre Färbung sei ein wirkliches Nach-

bild, mittelst Augenbewegungen zu Wege gebracht. Da nun hier die Augenbewegungen ausgeschlossen sind, so findet diese Befürchtung damit ihre Erledigung. Interessant war es mir, dass auch hier das Nachbild des Grundes complementär zu der complementären Färbung des Grundes, also ziemlich gleichfarbig mit dem Objecte erscheint; diese Erscheinung trat besonders schön an den weissen Quadraten auf den bunten Streifen hervor. Ganz gleichfarbig mit dem Object sind übrigens die Quadrate nie, weil eben die Complementar-Farben keine Complementar-Farben sind.

Was nun die Unterschiede zwischen Peripherie und Centrum bei dieser Art von Nachbildern betrifft, so erscheinen erstens die rothen Quadrate beim überspringenden Funken dunkler in der Peripherie als im Centrum; zweitens habe ich auf der Peripherie die scheinbar gleichzeitigen complementären Bilder nicht bemerken können; drittens verblassten und verschwanden die positiven Nachbilder immer von der Peripherie her. Häufig wurde, namentlich bei den weissen Quadraten auf den farbigen Streifen ein unregelmässiges Auftreten und Verschwinden der Quadrate bemerkt, so dass also hierin die Versuche mit unendlich kurzer Beleuchtung übereinstimmen mit den früheren Versuchen im diffusen Tageslichte. Man sieht bei den Versuchen mit dem elektrischen Funken selten die vollständige Reihe der Quadrate im positiven Nachbilde.

Eigenthümlich ist die Ausdehnung der Quadrate, namentlich der schwarzen und rothen auf weissem Grunde. Sie werden verwaschen, dabei aber so gross, dass sie einander erreichen und so einen breiten Streifen formiren, der immer verwaschener und breiter wird, bis er verschwindet. Eine solche Ausdehnung einer dunklen Fläche kann wohl durch fortschreitende sympathische Affection der benachbarten Retinatheile nicht gut erklärt werden; indess ist es auch möglich, dass eigentlich nicht der dunkle Streifen breiter wird, sondern dass die weissen Streifen, die ihn begrenzen, schmäler werden, indem die Retina an den Grenzen des Bildes zuerst aufhört zu empfinden. Sollte wirklich während dieses Vorganges eine Accommodation für die Ferne stattfinden, so könnte diese doch nur die Veränderungen der

Grösse, dagegen weder das Verschmelzen der einzelnen Quadrate, noch das Verwaschenwerden der Begrenzung erklären.

Vergleichen wir endlich die Ergebnisse bei unmittelbarer Betrachtung des Funkens mit denen, wo nur Objecte, die er beleuchtet, betrachtet wurden, so zeigt sich: 1) dass bei den Blendungsbildern durch den elektrischen Funken, abgesehen von dem Farbenwechsel dem positiven Nachbilde noch ein negatives folgt, während bei den letzten Versuchen nur eine positive Phase bemerkbar war. Dies ist wohl durch die Verschiedenheiten in der Stärke des Lichteindrucks bedingt; 2) dass bei beiden die Nachbilder auf der Peripherie positiv sind; 3) dass die Blendungsbilder länger dauern, so dass sich die merkwürdige Einrichtung zeigt, dass der Eindruck eines sehr starken Funkens am längsten dauert; der eines bedeutend schwächern kürzere Zeit und der eines noch schwächern wieder längere Zeit. Hierüber müssen noch genaue Messungen gemacht werden; 4) dass die Mitaffection der Netzhaut dort theilweise sympathisch, andern Theils antagonistisch ist, bei den Versuchen mit beleuchteten Objecten dagegen nur antagonistisch.

Vergleichungen der auf andere Weise hervorgerufenen Nachbilder mit denen des elektrischen Funkens anzustellen, würde zu weit führen; ich behalte mir das für eine grössere Arbeit vor. — Ich schliesse diese Mittheilungen mit der Versicherung, dass ich mir alle Mühe gegeben habe, so aufmerksam und gewissenhaft als möglich die Erscheinungen zu beobachten; indess ist die Beobachtung so schwierig, dass ich wohl Manches übersehen haben mag, was vielleicht Andern zu bemerken gelingt, um so mehr, da die Augen so grosse individuelle Verschiedenheiten in Bezug auf Nachbilder zu haben scheinen. Ich glaube zu derartigen Versuchen um so mehr auffordern zu können, weil sie für die Augen gar nicht anstrengend sind, wenigstens habe ich bis jetzt nicht den mindesten Nachtheil für meine Augen bemerkt. Möge man aber nicht den Ausspruch Scherffer's dabei vergessen, welcher am Schlusse seines Buches sagt: „Ein wesentlicher Nutzen gegenwärtiger Abhandlung muss sein, dass

man sich erinnere, wie leicht es sei, sich in einer Beobachtung zu verirren, wenn es auf die Farben ankommt."

Schliesslich sage ich meinem hochverehrten Freunde Dr. Marbach meinen verbindlichsten Dank für die Bereitwilligkeit, mit der er mir die Gelegenheit zu diesen Versuchen, nebst so manchem guten Rathe gegeben hat.

Resultate.

1) Der elektrische Funken erzeugt trotz seiner kurzen Dauer Nachbilder.
2) Die Nachbilder sind positiv und werden später negativ, wenn der Funken selbst direct angesehen wird.
3) Die Nachbilder haben nur eine positive Phase, wenn sie von Objecten herrühren, welche durch den Funken beleuchtet werden.
4) Die Nachbilder des direct gesehenen Funkens klingen durch verschiedene Farben ab.
5) Die Nachbilder der durch den Funken beleuchteten Objecte sind bald complentär, bald gleichfarbig. Dies ist abhängig von dem Grunde, auf dem die farbige Fläche liegt, von der Farbe an sich, und, wie es scheint, auch von der Grösse der farbigen Fläche.
6) Centrum und Peripherie der Netzhaut unterscheiden sich hauptsächlich in Bezug auf die Deutlichkeit, Färbung und Dauer der Nachbilder.
7) Welche Bedeutung die mit dem Funken scheinbar gleichzeitig auftretenden complementären Bilder haben, ist ungewiss.
8) Auch bei der momentanen Beleuchtung durch den elektrischen Funken wird der Erregungszustand der ganzen übrigen Retina verändert und zwar theils sympathisch, theils antagonistisch.

9) Die Dauer der sowohl bei Betrachtung des Funkens selbst, als auch bei Betrachtung durch ihn beleuchteter Objecte gewonnenen Nachbilder beträgt mehrere Secunden.

10) Die Intensität des Funkens hat einen eigenthümlichen nicht einfachen Einfluss auf die Dauer des Nachbildes.

Breslau, den 15. October 1858.

XX.

Physiologisch-chemische Studie über Leim und Leimbildner.

Von

A. Im Thurn.

Zahlreiche Untersuchungen haben dargethan, dass alle eiweissartigen Körper durch Einwirkung von Magensaft eine Modification erleiden, die sich besonders durch verändertes Verhalten gegen gewisse Reagentien bemerklich macht.

Es lag die Vermuthung nahe, dass auch andere, durch Abstammung, Eigenschaften und Zusammensetzung den eiweissartigen Körpern mehr oder weniger nahe stehende Stoffe sich ähnlich verhalten möchten. Als hierher gehörig wurden namentlich betrachtet die beiden Leimarten, das Glutin und das Chondrin.

In Folgendem finden sich die Ergebnisse einer Reihe von Versuchen, angestellt um zu ermitteln, ob und wie die genannten Stoffe durch Einwirkung des Magensafts und der verdünnten Salzsäure verändert werden.

Als Material hiefür wurden benutzt: gewöhnlicher käuflicher Knochenleim, gereinigte und zerkleinerte Knochen und ebenso behandelte Sehnen. Letztere erwiesen sich schliesslich am geeignetsten, indem sie den Leim an Reinheit, die Knochenstücke an Löslichkeit übertrafen.

Daneben verwandte ich gereinigte und zerkleinerte Rippen- und Luftröhrenknorpel.

Als Lösungsmittel brauchte ich mit Salzsäure versetztes Wasser und künstlichen Magensaft, mit Kalbs- oder Schweinemagen bereitet.

Der von seinem Inhalt sorgfältig gereinigte Magen wurde $^1/_2$—1 Stunde in destillirtes Wasser gelegt, dann die Schleimhaut leicht abgeschabt und mit reinem Wasser (zu der Schleimhaut von einem Kalbsmagen wurden 250 CC., von einem Schweinemagen 3—400 CC. Wasser genommen) $1^1/_2$—2 Stunden bei 37° C. digerirt. Die Lösung wurde filtrirt und zu etwa 250° CC. derselben ein Tropfen concentrirte Salzsäure gesetzt, wodurch eine starke Trübung entstand. Da diese nur durch ziemlich bedeutende Mengen Säure wieder gehoben werden konnte, wurde die trübe Lösung von Neuem durch 4—8faches Papier filtrirt, wodurch dann eine vollständig klare Lösung von etwa 1,005 spec. Gewicht erhalten wurde, welche mit 1 % Salzsäure versetzt, kräftig auf geronnenes Eiweiss einwirkte. In vielen Fällen bewirkte gut bereitetes Chlorwasser in dem sogenannten künstlichen Magensaft starke Trübung.

Bezüglich der Menge Salzsäure, welche zugesetzt werden musste, um die besten Lösungen zu erzielen, kann ich, da ich auf genaue quantitative Untersuchungen verzichtete, nur angeben, dass sich Zusatz von $^1/_{10}$—10 % Salzsäure (besonders 4 %) als tauglich erwies. In Flüssigkeiten von mehr als 10 % Säuregehalt wurden nach längerer Einwirkung Knochen- und Knorpelleim schwach braun violet gefärbt.

Die zu lösenden Substanzen wurden zugleich in verschlossene Gläser gebracht, wovon eines destillirtes Wasser, ein anderes verdünnte Salzsäure und ein weiteres Magensaft mit entsprechendem Säurezusatz enthielt, und zwar so, dass in jedes derselben die gleiche Menge feste Substanz und Flüssigkeit kam. Darauf wurden die Gläser in einer Brutmaschine der Temperatur von 35—40° ausgesetzt.

Um übrigens zu genauer Prüfung geeignete Lösungen zu erhalten, musste die Einwirkung der betreffenden Flüssigkeiten, besonders auf getrocknete Knorpel oder Sehnen, lange (1—3 Tage) dauern. Leim und gekochte oder in kaltem Wasser aufgequellene Sehnenstücke gaben schon nach 2—6 Stunden brauchbare Lösungen.

Sobald die angesetzten wässrigen Lösungen mit Chlorwasser deutliche Reaction ergaben, wurden sämmtliche Flüssigkeiten filtrirt und mit allen passenden Reagentien geprüft. Die Lösungen reagirten alle constant positiv auf: Chlorwasser, Gerbsäure, Sublimat, neutrales Platinchlorid, Millon's Quecksilberlösung, Salpetersäure und Ammoniak.

Die Chondrinlösungen gaben noch ausserdem positive Reactionen mit: Essigsäure und verdünnten Mineralsäuren (im Ueberschuss lösten sich die Niederschläge wieder), Alaun, schwefelsaurem Eisenoxyd, Eisenchlorid, basischem und neutralem essigsaurem Bleioxyd.

Die Lösungen beider Leimarten in Magensaft und in angesäuertem Wasser ergaben die genannten Reactionen schon nach kürzerer Einwirkung der Flüssigkeiten als die wässrigen Lösungen, ausserdem waren die entstehenden Fällungen und Färbungen stärker.

Starke (13—20 %) Kochsalzlösung erzeugte in den Lösungen mit salzsäurehaltigem Wasser und mit Magensaft deutliche Niederschläge; ebenso wurde in denselben nach Zusatz von ziemlich viel Essigsäure durch die beiden Blutlaugensalze Fällung hervorgebracht. In einzelnen Fällen konnte in sehr reichhaltigen Lösungen auch durch Glaubersalzlösung ein Niederschlag bewirkt werden.

Durch Erhitzen wurden die Lösungen nicht verändert; durch thierische Kohle filtrirt, gaben sie noch dieselben Reactionen.

Zwischen den Lösungen in Magensaft und denen in verdünnter Salzsäure dagegen liess sich kein Unterschied finden, auch die Schnelligkeit der Einwirkung schien dieselbe zu sein. Brachte ich Chondrin und Glutin in die betreffenden Flüssigkeiten, ohne sie der erhöhten Temperatur auszusetzen, so liessen sich (mit Ausnahme der wässrigen Knochenleimlösung) sämmtliche Reactionen meist gar nicht und in den Ausnahmefällen nur sehr undeutlich hervorbringen.

Aus dem Verhalten des Knochenleims und der beiden Leimbildner, nachdem sie in künstlichem Magensaft gelöst waren, zu Kochsalzlösung, sowie zu Essigsäure und Blutlaugensalz, geht hervor, dass die betreffenden Körper durch Magensaft eine Veränderung in ihren Eigenschaften erleiden. Denn wässrige Lösungen des Knochenleims

b. Mit schwarzen Quadraten. Der Streifen erscheint gelb mit schwarzen Quadraten auf bläulichem Grunde; gleichzeitig der Streifen dunkelblau ohne Quadrate. Dann alles dunkel. Darauf wird der Streifen intensiv blau mit schwarzen Quadraten; das Blau wird heller, die Quadrate bleiben schwarz, der Grund bleibt röthlichgelb bis zu Ende.

c. Gelber Streifen mit weissen Quadraten; Unterlage schwarz. Er erscheint beim Funken gelb mit bläulich tingirten weissen Quadraten. Dann sogleich schön blau; dies wird schnell hellblau und fast weiss mit schönen gelblichen Quadraten, die unregelmässig kommen und verschwinden.

d. Mit schwarzen Quadraten. Erscheint beim Funken gelb mit schwarzen Quadraten, gleichzeitig hellblau; dann sofort gelb mit schwarzen Quadraten und bleibt bis zu Ende gelb.

Gemeinschaftlich bei allen diesen Versuchen und in Uebereinstimmung mit den früheren Versuchen, wo Objecte durch den Funken erleuchtet wurden, zeigt sich das länger dauernde und constant auftretende Nachbild stets positiv, d. h. das Helle im Object ist auch hell im Nachbilde und umgekehrt. So sieht man auch Gegenstände und Personen, die sich in dem finstern Zimmer, welches durch den Funken erleuchtet wird, befinden, im Nachbilde ebenso, wie während des Funkens, und ihr Beharren im Nachbilde sowie ihr allmäliges Vergehen macht einen komisch unheimlichen Eindruck. Diese Nachbilder verhalten sich also gerade umgekehrt, wie die nach langem Betrachten der Objecte entstehenden, welche immer nur negativ erscheinen.

Dagegen zeigen sich nun grosse Verschiedenheiten in der Farbe der Nachbilder, denn sie sind bald complementär, bald gleichfarbig, wie die folgende Tabelle zeigt.

Complementäres Nachbild.			Gleichfarbiges Nachbild.		
Streifen	Quadrate	Unterlage	Streifen	Quadrate	Unterlage
Roth	weiss	weiss			
ditto	ditto	schwarz			
Blau	weiss	schwarz	Blau	weiss	weiss
Blau	schwarz	schwarz	Blau	schwarz	weiss
Gelb	weiss	weiss	Gelb	schwarz	schwarz
Gelb	schwarz	weiss			
Gelb	weiss	schwarz			

Eclatanter konnte sich die Brückesche Warnung wohl nicht bewahrheiten, „man möge vorsichtiger in der Verallgemeinerung der gefundenen Sätze zu Werke gehen, und nicht ohne weiteres aus einer Erscheinung, welche man bei einer Farbe wahrgenommen hat, auf analoge Erscheinungen bei andern Farben schliessen.“

Völlig verdutzt gemacht hat mich das Verhalten des Roth. Die Quadrate auf dem weissen Papierbogen und der rothe Streifen mit den weissen Quadraten sind von demselben Bogen geschnitten; sie verhalten sich gegen das Prisma ganz gleich und doch erscheinen die ersteren im Nachbilde deutlich roth, der letztere entschieden grün; ich kann nicht glauben, dass ich mich getäuscht habe; ich habe die Experimente mit den rothen Quadraten und mit den rothen Streifen an demselben Tage, unter ganz gleichen Umständen wechselsweise hintereinander angestellt; die Erscheinung blieb immer dieselbe. Das einzig Verschiedene ist die Grösse der rothen Fläche an sich und im Verhältniss zum Weissen, denn während dort im Ganzen nur 30 Quadratcentimeter Roth vorhanden waren, betrug hier die Fläche des Roth 225 Quadratcentimeter. Im diffusen Tageslichte zeigen indess beide Objecte das Nachbild von gleicher complementärer Farbe. Jedenfalls würden zur Aufstellung eines solchen Satzes, dass die Grösse einer farbigen Fläche dafür maassgebend ist, ob das Nachbild von derselben oder von der complementären Farbe ist, neue Versuche

nothwendig sein, um so mehr, da in beiden Fällen der primäre objective Eindruck und das scheinbar gleichzeitige negative Nachbild gleich waren. Jedenfalls wird man aber an die Möglichkeit eines solchen Verhaltens denken, und auf die Grösse der das Nachbild erzeugenden Fläche aufmerksam sein müssen. Auch muss ich noch zur Stütze dieses Parodoxons anführen, dass die weissen Quadrate und Figuren, auf schwarzem Grunde ganz anders nüancirt im Nachbilde erschienen, als der weisse Grund bei den schwarzen Quadraten und Figuren. — Dagegen verhielt sich Blau unter beiden Umständen gleich; es erzeugte auf Weiss immer ein positives Nachbild.

Merkwürdig ist ferner das Verhalten von Blau und Gelb im positiven Nachbilde. Beide verhalten sich gerade entgegengesetzt. Denn während Blau auf schwarzem Grunde und mit schwarzen Quadraten ein complementäres gelbes Nachbild liefert, giebt Gelb mit schwarzen Quadraten und auf schwarzem Grunde auch ein gelbes, also ein gleichfarbiges Nachbild. Allerdings ist das Nachbild von Blau nicht rein gelb, sondern mit etwas Grau-Rosa verunreinigt, indessen ist es jedenfalls nicht blau. Wie sehr sich die Nachbilder dieser beiden Farben gleichen, zeigte sich am deutlichsten, als ich beide zugleich auf schwarzen Sammet legte, so dass sie etwa 1 Decimeter von einander entfernt waren, und nun den Funken überspringen liess; die Nachbilder waren sich sehr ähnlich, nur das des blauen Streifens hatte eine graue Beimischung. Diese beiden Farben waren im Tageslichte an Tiefe ziemlich verschieden, und zwar das Blau viel dunkler, im Lichte des elektrischen Funkens aber erschien das Blau viel heller, so dass sie ziemlich als gleich hell angesehen werden konnten. Dasselbe Verhalten zeigt sich, wenn der Grund weiss ist, nur hat dann Gelb ein complementäres blaues, Blau ein gleichfarbiges blaues Nachbild. Man sollte nun glauben, dass, da Blau auf schwarzem Grunde ein gelbes Nachbild lieferte, mochten die Quadrate auf ihm weiss oder schwarz sein, und Gelb auch ein gelbes, wenn es auf schwarzem Sammet lag und mit schwarzen Quadraten bekleidet war, — dass auch Gelb mit weissen Quadraten auf schwarzem Grunde ein gel-

bes Nachbild geben würde; aber es ist umgekehrt schön blau, also complementär. Allerdings ist es später fast gar nicht mehr gefärbt, indess sprechen seine erste Färbung und die gelbe Färbung der weissen Quadrate dafür, dass es als complementär anzusehen ist. Man erkennt noch mehr, wie vorsichtig man mit Schlüssen und Analogie bei Nachbildern sein muss, wenn man dazu erwägt, dass auch Blau auf weissem Grunde unabhängig von den schwarzen und weissen Quadraten immer ein gleichfarbiges Nachbild lieferte.

Interessant ist jedenfalls die bedeutende Wirkung des Contrastes, dass dieselbe Farbe ein complementäres oder gleichfarbiges Nachbild unter sonst ganz gleichen Umständen liefert, je nachdem der Grund schwarz oder weiss ist, während man doch a priori nur eine Nüancirung des Nachbildes annehmen würde.

Eigenthümlich verhält sich der Contrast der Umgebung gegen die scheinbar gleichzeitigen, schnell vorübergehenden complementären Bilder. Ihr Verhalten ist gewissermassen umgekehrt, wie das der positiven Nachbilder, denn während sie constant complementär gefärbt sind, sind sie bei schwarzer Umgebung positiv, d. h. sie erscheinen hell, während das objective Bild hell auf dunklem Grunde ist; bei weisser Umgebung negativ, sie erscheinen hell, während das Object dunkel auf hellem Grunde ist. Richtiger wird man indess vielleicht sagen: sie erscheinen immer heller als ihr Object und unabhängig von dem Grunde. — Bei den positiven complementären Nachbildern, wenn dieselben unmittelbar dem objectiven Eindruck folgten, habe ich sie gar nicht bemerkt.

Es ist die Frage, wie wir überhaupt diese kurz dauernden complementären Bilder anzusehen haben, ob sie als wirklich gleichzeitig anzusprechen sind, oder ob sie es nur scheinbar sind und dann also in die Kategorie der eigentlichen Nachbilder gehören. Gegen ihre wirkliche Gleichzeitigkeit spricht die Verschiebung derselben gegen das Object, indess ist es ja immerhin fraglich, ob in so kurzer Zeit eine Augenbewegung stattfinden kann. Andrerseits ist zu bedenken, dass sie vielleicht das Object von allen Seiten etwas überragen, wie es auch oft den Anschein hat, und es nur wegen der

Unzulänglichkeit der Beobachtung als eine Verschiebung aufgefasst wird; dass wir ferner vielleicht nur auf die Verschiebung schliessen und sie dann auch wahrzunehmen glauben, weil es gegen unsern Verstand ist, zwei Grössen gleichzeitig an demselben Orte wahrzunehmen. Ist aber die Erscheinung wirklich gleichzeitig, so würde darin der Beweis liegen, dass sich der primäre und der complementäre Eindruck mit einander von Anfang an complíciren (Fechner) und sich nicht succediren (Plateau). Es würde sich dieser Auffassung eine andere Erscheinung sehr gut anschliessen lassen, nämlich die von mir ganz constant bei allen Farben beobachtete complementäre Färbung des Grundes, wenn derselbe weiss ist, d. h. Licht genug reflectirt, um die Farbennüance wahrnehmen zu lassen. Im Momente des Ueberspringens von Funken tritt also gleichzeitig eine complementare Färbung des Grundes auf. Da nun bei einer längeren Betrachtung eines farbigen Flecks die complementäre Farbe gleichzeitig mit der objectiven auftritt und dieselbe modificirt, so ist es mir wahrscheinlich, dass jene complementäre Färbung nicht bloss den Grund, sondern auch die farbige Fläche selbst überzieht und nun entweder wegen der grösseren Intensität der objectiven Farbe nicht bemerkt wird, oder unter Umständen bemerkt wird und dann jenes stets mit dem Grunde gleich gefärbte, scheinbar gleichzeitige, Bild ihr Ausdruck ist.

Diese complementäre Färbung des Grundes ist auch noch in anderer Rücksicht wichtig, denn sie beweist die Mitbetheiligung der ganzen oder eines grossen Theiles der Retina an dem Eindrucke, der auf einen kleinen Theil derselben gemacht wird. Eine solche sympathische Erregung findet also nicht bloss in Beziehung auf Lichtwahrnehmung, sondern auch auf Farbenwahrnehmung statt, und in diesen Versuchen ist, wie Fechner angiebt, die Affection immer complementär (oder antagonistisch). Dass ich diese längst bekannte complementäre Färbung des Grundes hier zur Sprache bringe, geschieht deswegen, weil ich immer den Verdacht nicht habe los werden können, jene complementäre Färbung sei ein wirkliches Nach-

bild, mittelst Augenbewegungen zu Wege gebracht. Da nun hier die Augenbewegungen ausgeschlossen sind, so findet diese Befürchtung damit ihre Erledigung. Interessant war es mir, dass auch hier das Nachbild des Grundes complementär zu der complementären Färbung des Grundes, also ziemlich gleichfarbig mit dem Objecte erscheint; diese Erscheinung trat besonders schön an den weissen Quadraten auf den bunten Streifen hervor. Ganz gleichfarbig mit dem Object sind übrigens die Quadrate nie, weil eben die Complementar-Farben keine Complementar-Farben sind.

Was nun die Unterschiede zwischen Peripherie und Centrum bei dieser Art von Nachbildern betrifft, so erscheinen erstens die rothen Quadrate beim überspringenden Funken dunkler in der Peripherie als im Centrum; zweitens habe ich auf der Peripherie die scheinbar gleichzeitigen complementären Bilder nicht bemerken können; drittens verblassten und verschwanden die positiven Nachbilder immer von der Peripherie her. Häufig wurde, namentlich bei den weissen Quadraten auf den farbigen Streifen ein unregelmässiges Auftreten und Verschwinden der Quadrate bemerkt, so dass also hierin die Versuche mit unendlich kurzer Beleuchtung übereinstimmen mit den früheren Versuchen im diffusen Tageslichte. Man sieht bei den Versuchen mit dem elektrischen Funken selten die vollständige Reihe der Quadrate im positiven Nachbilde.

Eigenthümlich ist die Ausdehnung der Quadrate, namentlich der schwarzen und rothen auf weissem Grunde. Sie werden verwaschen, dabei aber so gross, dass sie einander erreichen und so einen breiten Streifen formiren, der immer verwaschener und breiter wird, bis er verschwindet. Eine solche Ausdehnung einer dunklen Fläche kann wohl durch fortschreitende sympathische Affection der benachbarten Retinatheile nicht gut erklärt werden; indess ist es auch möglich, dass eigenthich nicht der dunkle Streifen breiter wird, sondern dass die weissen Streifen, die ihn begrenzen, schmäler werden, indem die Retina an den Grenzen des Bildes zuerst aufhört zu empfinden. Sollte wirklich während dieses Vorganges eine Accommodation für die Ferne stattfinden, so könnte diese doch nur die Veränderungen der

Grösse, dagegen weder das Verschmelzen der einzelnen Quadrate, noch das Verwaschenwerden der Begrenzung erklären.

Vergleichen wir endlich die Ergebnisse bei unmittelbarer Betrachtung des Funkens mit denen, wo nur Objecte, die er beleuchtet, betrachtet wurden, so zeigt sich: 1) dass bei den Blendungsbildern durch den elektrischen Funken, abgesehen von dem Farbenwechsel dem positiven Nachbilde noch ein negatives folgt, während bei den letzten Versuchen nur eine positive Phase bemerkbar war. Dies ist wohl durch die Verschiedenheiten in der Stärke des Lichteindrucks bedingt; 2) dass bei beiden die Nachbilder auf der Peripherie positiv sind; 3) dass die Blendungsbilder länger dauern, so dass sich die merkwürdige Einrichtung zeigt, dass der Eindruck eines sehr starken Funkens am längsten dauert; der eines bedeutend schwächern kürzere Zeit und der eines noch schwächern wieder längere Zeit. Hierüber müssen noch genaue Messungen gemacht werden; 4) dass die Mitaffection der Netzhaut dort theilweise sympathisch, andern Theils antagonistisch ist, bei den Versuchen mit beleuchteten Objecten dagegen nur antagonistisch.

Vergleichungen der auf andere Weise hervorgerufenen Nachbilder mit denen des elektrischen Funkens anzustellen, würde zu weit führen; ich behalte mir das für eine grössere Arbeit vor. — Ich schliesse diese Mittheilungen mit der Versicherung, dass ich mir alle Mühe gegeben habe, so aufmerksam und gewissenhaft als möglich die Erscheinungen zu beobachten; indess ist die Beobachtung so schwierig, dass ich wohl Manches übersehen haben mag, was vielleicht Andern zu bemerken gelingt, um so mehr, da die Augen so grosse individuelle Verschiedenheiten in Bezug auf Nachbilder zu haben scheinen. Ich glaube zu derartigen Versuchen um so mehr auffordern zu können, weil sie für die Augen gar nicht anstrengend sind, wenigstens habe ich bis jetzt nicht den mindesten Nachtheil für meine Augen bemerkt. Möge man aber nicht den Ausspruch Scherffer's dabei vergessen, welcher am Schlusse seines Buches sagt: „Ein wesentlicher Nutzen gegenwärtiger Abhandlung muss sein, dass

man sich einmal, wie leicht es sei, sich in einer Beobachtung zu verirren, wenn es auf die Farben ankommt."

Schliesslich sage ich meinem hochverehrten Freunde Dr. Marbach meinen verbindlichsten Dank für die Bereitwilligkeit, mit der er mir die Gelegenheit zu diesen Versuchen nebst so manchem guten Rathe gegeben hat.

Resultate.

1) Der elektrische Funken erzeugt trotz seiner kurzen Dauer Nachbilder.
2) Die Nachbilder sind positiv und werden später negativ, wenn der Funken selbst direct angesehen wird.
3) Die Nachbilder haben nur eine positive Phase, wenn sie von Objecten herrühren, welche durch den Funken beleuchtet werden.
4) Die Nachbilder des direct gesehenen Funkens klingen durch verschiedene Farben ab.
5) Die Nachbilder der durch den Funken beleuchteten Objecte sind bald complentär, bald gleichfarbig. Dies ist abhängig von dem Grunde, auf dem die farbige Fläche liegt, von der Farbe an sich, und, wie es scheint, auch von der Grösse der farbigen Fläche.
6) Centrum und Peripherie der Netzhaut unterscheiden sich hauptsächlich in Bezug auf die Deutlichkeit, Färbung und Dauer der Nachbilder.
7) Welche Bedeutung die mit dem Funken scheinbar gleichzeitig auftretenden complementären Bilder haben, ist ungewiss.
8) Auch bei der momentanen Beleuchtung durch den elektrischen Funken wird der Erregungszustand der ganzen übrigen Retina verändert und zwar theils sympathisch, theils antagonistisch.

b. Mit schwarzen Quadraten. Der Streifen erscheint gelb mit schwarzen Quadraten auf bläulichem Grunde; gleichzeitig der Streifen dunkelblau ohne Quadrate. Dann alles dunkel. Darauf wird der Streifen intensiv blau mit schwarzen Quadraten; das Blau wird heller, die Quadrate bleiben schwarz, der Grund bleibt röthlichgelb bis zu Ende.

c. Gelber Streifen mit weissen Quadraten; Unterlage schwarz. Er erscheint beim Funken gelb mit bläulich tingirten weissen Quadraten. Dann sogleich schön blau; dies wird schnell hellblau und fast weiss mit schönen gelblichen Quadraten, die unregelmässig kommen und verschwinden.

d. Mit schwarzen Quadraten. Erscheint beim Funken gelb mit schwarzen Quadraten, gleichzeitig hellblau; dann sofort gelb mit schwarzen Quadraten und bleibt bis zu Ende gelb.

Gemeinschaftlich bei allen diesen Versuchen und in Uebereinstimmung mit den früheren Versuchen, wo Objecte durch den Funken erleuchtet wurden, zeigt sich das länger dauernde und constant auftretende Nachbild stets positiv, d. h. das Helle im Object ist auch hell im Nachbilde und umgekehrt. So sieht man auch Gegenstände und Personen, die sich in dem finstern Zimmer, welches durch den Funken erleuchtet wird, befinden, im Nachbilde ebenso, wie während des Funkens, und ihr Beharren im Nachbilde sowie ihr allmäliges Vergehen macht einen komisch unheimlichen Eindruck. Diese Nachbilder verhalten sich also gerade umgekehrt, wie die nach langem Betrachten der Objecte entstehenden, welche immer nur negativ erscheinen.

Dagegen zeigen sich nun grosse Verschiedenheiten in der Farbe der Nachbilder, denn sie sind bald complementär, bald gleichfarbig, wie die folgende Tabelle zeigt.

Complementäres Nachbild.			Gleichfarbiges Nachbild.		
Streifen	Quadrate	Unterlage	Streifen	Quadrate	Unterlage
Roth	weiss	weiss			
ditto	ditto	schwarz			
Blau	weiss	schwarz	Blau	weiss	weiss
Blau	schwarz	schwarz	Blau	schwarz	weiss
Gelb	weiss	weiss	Gelb	schwarz	schwarz
Gelb	schwarz	weiss			
Gelb	weiss	schwarz			

Eclatanter konnte sich die Brückesche Warnung wohl nicht bewahrheiten, „man möge vorsichtiger in der Verallgemeinerung der gefundenen Sätze zu Werke gehen, und nicht ohne weiteres aus einer Erscheinung, welche man bei einer Farbe wahrgenommen hat, auf analoge Erscheinungen bei andern Farben schliessen.“

Völlig verdutzt gemacht hat mich das Verhalten des Roth. Die Quadrate auf dem weissen Papierbogen und der rothe Streifen mit den weissen Quadraten sind von demselben Bogen geschnitten; sie verhalten sich gegen das Prisma ganz gleich und doch erscheinen die ersteren im Nachbilde deutlich roth, der letztere entschieden grün; ich kann nicht glauben, dass ich mich getäuscht habe; ich habe die Experimente mit den rothen Quadraten und mit den rothen Streifen an demselben Tage, unter ganz gleichen Umständen wechselsweise hintereinander angestellt; die Erscheinung blieb immer dieselbe. Das einzig Verschiedene ist die Grösse der rothen Fläche an sich und im Verhältniss zum Weissen, denn während dort im Ganzen nur 30 Quadratcentimeter Roth vorhanden waren, betrug hier die Fläche des Roth 225 Quadratcentimeter. Im diffusen Tageslichte zeigen indess beide Objecte das Nachbild von gleicher complementärer Farbe. Jedenfalls würden zur Aufstellung eines solchen Satzes, dass die Grösse einer farbigen Fläche dafür maassgebend ist, ob das Nachbild von derselben oder von der complementären Farbe ist, neue Versuche

nothwendig sein, um so mehr, da in beiden Fällen der primäre, objective Eindruck und das scheinbar gleichzeitige negative Nachbild gleich waren. Jedenfalls wird man aber an die Möglichkeit eines solchen Verhaltens denken, und auf die Grösse der das Nachbild erzeugenden Fläche aufmerksam sein müssen. Auch muss ich noch zur Stütze dieses Parodoxons anführen, dass die weissen Quadrate und Figuren, auf schwarzem Grunde ganz anders nüancirt, im Nachbilde erschienen, als der weisse Grund bei den schwarzen Quadraten und Figuren. — Dagegen verhielt sich Blau unter beiden Umständen gleich; es erzeugte auf Weiss immer ein positives Nachbild.

Merkwürdig ist ferner das Verhalten von Blau und Gelb im positiven Nachbilde. Beide verhalten sich gerade entgegengesetzt. Denn während Blau auf schwarzem Grunde und mit schwarzen Quadraten ein complementäres gelbes Nachbild liefert, giebt Gelb mit schwarzen Quadraten und auf schwarzem Grunde auch ein gelbes, also ein gleichfarbiges Nachbild. Allerdings ist das Nachbild von Blau nicht rein gelb, sondern mit etwas Grau-Rosa verunreinigt, indessen ist es jedenfalls nicht blau. Wie sehr sich die Nachbilder dieser beiden Farben gleichen, zeigte sich am deutlichsten, als ich beide zugleich auf schwarzen Sammet legte, so dass sie etwa 1 Decimeter von einander entfernt waren, und nun den Funken überspringen liess; die Nachbilder waren sich sehr ähnlich, nur das des blauen Streifens hatte eine graue Beimischung. Diese beiden Farben waren im Tageslichte an Tiefe ziemlich verschieden, und zwar das Blau viel dunkler, im Lichte des elektrischen Funkens aber erschien das Blau viel heller, so dass sie ziemlich als gleich hell angesehen werden konnten. Dasselbe Verhalten zeigt sich, wenn der Grund weiss ist, nur hat dann Gelb ein complementäres blaues, Blau ein gleichfarbiges blaues Nachbild. Man sollte nun glauben, dass, da Blau auf schwarzem Grunde ein gelbes Nachbild lieferte, möchten die Quadrate auf ihm weiss oder schwarz sein, und Gelb auch ein gelbes, wenn es auf schwarzem Sammet lag und mit schwarzen Quadraten beklebt war, — dass auch Gelb mit weissen Quadraten auf schwarzem Grunde ein gel-

bes Nachbild geben würde; aber es ist umgekehrt schön blau, also complementär. Allerdings ist es später fast gar nicht mehr gefärbt, indess sprechen seine erste Färbung und die gelbe Färbung der weissen Quadrate dafür, dass es als complementär anzusehen ist. Man erkennt noch mehr, wie vorsichtig man mit Schlüssen und Analogie bei Nachbildern sein muss, wenn man dazu erwägt, dass auch Blau auf weissem Grunde unabhängig von den schwarzen und weissen Quadraten immer ein gleichfarbiges Nachbild lieferte.

Interessant ist jedenfalls die bedeutende Wirkung des Contrastes, dass dieselbe Farbe ein complementäres oder gleichfarbiges Nachbild unter sonst ganz gleichen Umständen liefert, je nachdem der Grund schwarz oder weiss ist, während man doch a priori nur eine Nüancirung des Nachbildes annehmen würde. Eigenthümlich verhält sich der Contrast der Umgebung gegen die scheinbar gleichzeitigen, schnell vorübergehenden complementären Bilder. Ihr Verhalten ist gewissermassen umgekehrt, wie das der positiven Nachbilder, denn während sie constant complementär gefärbt sind, sind sie bei schwarzer Umgebung positiv, d. h. sie erscheinen hell, während das objective Bild hell auf dunklem Grunde ist; bei weisser Umgebung negativ, sie erscheinen hell, während das Object dunkel auf hellem Grunde ist. Richtiger wird man indess vielleicht sagen: sie erscheinen immer heller als ihr Object und unabhängig von dem Grunde. — Bei den positiven complementären Nachbildern, wenn dieselben unmittelbar dem objectiven Eindruck folgten, habe ich sie gar nicht bemerkt.

Es ist die Frage, wie wir überhaupt diese kurz dauernden complementären Bilder anzusehen haben, ob sie als wirklich gleichzeitig anzusprechen sind, oder ob sie es nur scheinbar sind und dann also in die Kategorie der eigentlichen Nachbilder gehören. Gegen ihre wirkliche Gleichzeitigkeit spricht die Verschiebung derselben gegen das Object, indess ist es ja immerhin fraglich, ob in so kurzer Zeit eine Augenbewegung stattfinden kann. Andrerseits ist zu bedenken, dass sie vielleicht das Object von allen Seiten etwas überragen, wie es auch oft den Anschein hat, und es nur wegen der

Unzulänglichkeit der Beobachtung als eine Verschiebung aufgefasst wird; dass wir ferner vielleicht nur auf die Verschiebung schliessen und sie dann auch wahrzunehmen glauben, weil es gegen unsern Verstand ist, zwei Grössen gleichzeitig an demselben Orte wahrzunehmen. Ist aber die Erscheinung wirklich gleichzeitig, so würde darin der Beweis liegen, dass sich der primäre und der complementäre Eindruck mit einander von Anfang an complíciren (Fechner) und sich nicht succediren (Plateau.). Es würde sich dieser Auffassung eine andere Erscheinung sehr gut anschliessen lassen, nämlich die von mir ganz constant bei allen Farben beobachtete complementäre Färbung des Grundes, wenn derselbe weiss ist, d. h. Licht genug reflectirt, um die Farbennüance wahrnehmen zu lassen. Im Momente des Uebersprungens von Funken tritt also gleichzeitig eine complementare Färbung des Grundes auf. Da nun bei einer längeren Betrachtung eines farbigen Flecks die complementäre Farbe gleichzeitig mit der objectiven auftritt und dieselbe modificirt, so ist es mir wahrscheinlich, dass jene complementäre Färbung nicht bloss den Grund, sondern auch die farbige Fläche selbst überzieht und nun entweder wegen der grösseren Intensität der objectiven Farbe nicht bemerkt wird, oder unter Umständen bemerkt wird und dann jenes stets mit dem Grunde gleich gefärbte, scheinbar gleichzeitige, Bild ihr Ausdruck ist.

Diese complementäre Färbung des Grundes ist auch noch in anderer Rücksicht wichtig, denn sie beweist die Mitbetheiligung der ganzen oder eines grossen Theiles der Retina an dem Eindrucke, der auf einen kleinen Theil derselben gemacht wird. Eine solche sympathische Erregung findet also nicht bloss in Beziehung auf Lichtwahrnehmung, sondern auch auf Farbenwahrnehmung statt, und in diesen Versuchen ist, wie Fechner angiebt, die Affection immer complementär (oder antagonistisch). Dass ich diese längst bekannte complementäre Färbung des Grundes hier zur Sprache bringe, geschieht deswegen, weil ich immer den Verdacht nicht habe los werden können, jene complementäre Färbung sei ein wirkliches Nach-

bild, mittelst Augenbewegungen zu Wege gebracht. Da nun hier die Augenbewegungen ausgeschlossen sind, so findet diese Befürchtung damit ihre Erledigung. Interessant war es mir, dass auch hier das Nachbild des Grundes complementär zu der complementären Färbung des Grundes, also ziemlich gleichfarbig mit dem Objecte erscheint; diese Erscheinung trat besonders schön an den weissen Quadraten auf den bunten Streifen hervor. Ganz gleichfarbig mit dem Object sind übrigens die Quadrate nie, weil eben die Complementar-Farben keine Complementar-Farben sind.

Was nun die Unterschiede zwischen Peripherie und Centrum bei dieser Art von Nachbildern betrifft, so erscheinen erstens die rothen Quadrate beim überspringenden Funken dunkler in der Peripherie als im Centrum; zweitens habe ich auf der Peripherie die scheinbar gleichzeitigen complementären Bilder nicht bemerken können; drittens verblassten und verschwanden die positiven Nachbilder immer von der Peripherie her. Häufig wurde, namentlich bei den weissen Quadraten auf den farbigen Streifen ein unregelmässiges Auftreten und Verschwinden der Quadrate bemerkt, so dass also hierin die Versuche mit unendlich kurzer Beleuchtung übereinstimmen mit den früheren Versuchen im diffusen Tageslichte. Man sieht bei den Versuchen mit dem elektrischen Funken selten die vollständige Reihe der Quadrate im positiven Nachbilde.

Eigenthümlich ist die Ausdehnung der Quadrate, namentlich der schwarzen und rothen auf weissem Grunde. Sie werden verwaschen, dabei aber so gross, dass sie einander erreichen und so einen breiten Streifen formiren, der immer verwaschener und breiter wird, bis er verschwindet. Eine solche Ausdehnung einer dunklen Fläche kann wohl durch fortschreitende sympathische Affection der benachbarten Retinatheile nicht gut erklärt werden; indess ist es auch möglich, dass eigentlich nicht der dunkle Streifen breiter wird, sondern dass die weissen Streifen, die ihn begrenzen, schmäler werden, indem die Retina an den Grenzen des Bildes zuerst aufhört zu empfinden. Sollte wirklich während dieses Vorganges eine Accommodation für die Ferne stattfinden, so könnte diese doch nur die Veränderungen der

Grösse, dagegen weder das Verschmelzen der einzelnen Quadrate, noch das Verwaschenwerden der Begrenzung erklären.

Vergleichen wir endlich die Ergebnisse bei unmittelbarer Betrachtung des Funkens mit denen, wo nur Objecte, die er beleuchtet, betrachtet wurden, so zeigt sich: 1) dass bei den Blendungsbildern durch den elektrischen Funken, abgesehen von dem Farbenwechsel dem positiven Nachbilde noch ein negatives folgt, während bei den letzten Versuchen nur eine positive Phase bemerkbar war. Dies ist wohl durch die Verschiedenheiten in der Stärke des Lichteindrucks bedingt; 2) dass bei beiden die Nachbilder auf der Peripherie positiv sind; 3) dass die Blendungsbilder länger dauern, so dass sich die merkwürdige Einrichtung zeigt, dass der Eindruck eines sehr starken Funkens am längsten dauert; der eines bedeutend schwächern kürzere Zeit und der eines noch schwächern wieder längere Zeit. Hierüber müssen noch genaue Messungen gemacht werden; 4) dass die Mitaffection der Netzhaut dort theilweise sympathisch, andern Theils antagonistisch ist, bei den Versuchen mit beleuchteten Objecten dagegen nur antagonistisch.

Vergleichungen der auf andere Weise hervorgerufenen Nachbilder mit denen des elektrischen Funkens anzustellen, würde zu weit führen; ich behalte mir das für eine grössere Arbeit vor. — Ich schliesse diese Mittheilungen mit der Versicherung, dass ich mir alle Mühe gegeben habe, so aufmerksam und gewissenhaft als möglich die Erscheinungen zu beobachten; indess ist die Beobachtung so schwierig, dass ich wohl Manches übersehen haben mag, was vielleicht Andern zu bemerken gelingt, um so mehr, da die Augen so grosse individuelle Verschiedenheiten in Bezug auf Nachbilder zu haben scheinen. Ich glaube zu derartigen Versuchen um so mehr auffordern zu können, weil sie für die Augen gar nicht anstrengend sind, wenigstens habe ich bis jetzt nicht den mindesten Nachtheil für meine Augen bemerkt. Möge man aber nicht den Ausspruch Scherffer's dabei vergessen, welcher am Schlusse seines Buches sagt: „Ein wesentlicher Nutzen gegenwärtiger Abhandlung muss sein, dass

man sich erinnere, wie leicht es sei, sich in einer Beobachtung zu verirren, wenn es auf die Farben ankommt."

Schliesslich sage ich meinem hochverehrten Freunde Dr. Marbach meinen verbindlichsten Dank für die Bereitwilligkeit, mit der er mir die Gelegenheit zu diesen Versuchen, nebst so manchem guten Rathe gegeben hat.

Resultate.

1) Der elektrische Funken erzeugt trotz seiner kurzen Dauer Nachbilder.
2) Die Nachbilder sind positiv und werden später negativ, wenn der Funken selbst direct angesehen wird.
3) Die Nachbilder haben nur eine positive Phase, wenn sie von Objecten herrühren, welche durch den Funken beleuchtet werden.
4) Die Nachbilder des direct gesehenen Funkens klingen durch verschiedene Farben ab.
5) Die Nachbilder der durch den Funken beleuchteten Objecte sind bald complentär, bald gleichfarbig. Dies ist abhängig von dem Grunde, auf dem die farbige Fläche liegt, von der Farbe an sich, und, wie es scheint, auch von der Grösse der farbigen Fläche.
6) Centrum und Peripherie der Netzhaut unterscheiden sich hauptsächlich in Bezug auf die Deutlichkeit, Färbung und Dauer der Nachbilder.
7) Welche Bedeutung die mit dem Funken scheinbar gleichzeitig auftretenden complementären Bilder haben, ist ungewiss.
8) Auch bei der momentanen Beleuchtung durch den elektrischen Funken wird der Erregungszustand der ganzen übrigen Retina verändert und zwar theils sympathisch, theils antagonistisch.

9) Die Dauer der sowohl bei Betrachtung des Funkens selbst, als auch bei Betrachtung durch ihn beleuchteter Objecte gewonnenen Nachbilder beträgt mehrere Secunden.

10) Die Intensität des Funkens hat einen eigenthümlichen nicht einfachen Einfluss auf die Dauer des Nachbildes.

Breslau, den 15. October 1858.

XX.

Physiologisch-chemische Studie über Leim und Leimbildner.

Von

A. Im Thurn.

Zahlreiche Untersuchungen haben dargethan, dass alle eiweissartigen Körper durch Einwirkung von Magensaft eine Modification erleiden, die sich besonders durch verändertes Verhalten gegen gewisse Reagentien bemerklich macht.

Es lag die Vermuthung nahe, dass auch andere, durch Abstammung, Eigenschaften und Zusammensetzung den eiweissartigen Körpern mehr oder weniger nahe stehende Stoffe sich ähnlich verhalten möchten. Als hierher gehörig wurden namentlich betrachtet die beiden Leimarten, das Glutin und das Chondrin.

In Folgendem finden sich die Ergebnisse einer Reihe von Versuchen, angestellt um zu ermitteln, ob und wie die genannten Stoffe durch Einwirkung des Magensafts und der verdünnten Salzsäure verändert werden.

Als Material hiefür wurden benutzt: gewöhnlicher käuflicher Knochenleim, gereinigte und zerkleinerte Knochen und ebenso behandelte Sehnen. Letztere erwiesen sich schliesslich am geeignetsten, indem sie den Leim an Reinheit, die Knochenstücke an Löslichkeit übertrafen.

Daneben verwandte ich gereinigte und zerkleinerte Rippen- und Luftröhrenknorpel.

Als Lösungsmittel brauchte ich mit Salzsäure versetztes Wasser und künstlichen Magensaft, mit Kalbs- oder Schweinemagen bereitet.

Der von seinem Inhalt sorgfältig gereinigte Magen wurde ½—1 Stunde in destillirtes Wasser gelegt, dann die Schleimhaut leicht abgeschabt und mit reinem Wasser (zu der Schleimhaut von einem Kalbsmagen wurden 250 CC., von einem Schweinemagen 3—400 CC. Wasser genommen) 1½—2 Stunden bei 37° C. digerirt. Die Lösung wurde filtrirt und zu etwa 250° CC. derselben ein Tropfen concentrirte Salzsäure gesetzt, wodurch eine starke Trübung entstand. Da diese nur durch ziemlich bedeutende Mengen Säure wieder gehoben werden konnte, wurde die trübe Lösung von Neuem durch 4—8faches Papier filtrirt, wodurch dann eine vollständig klare Lösung von etwa 1,005 spec. Gewicht erhalten wurde, welche mit 1 % Salzsäure versetzt, kräftig auf geronnenes Eiweiss einwirkte. In vielen Fällen bewirkte gut bereitetes Chlorwasser in dem sogenannten künstlichen Magensaft starke Trübung.

Bezüglich der Menge Salzsäure, welche zugesetzt werden musste, um die besten Lösungen zu erzielen, kann ich, da ich auf genaue quantitative Untersuchungen verzichtete, nur angeben, dass sich Zusatz von ½₀ - 10 % Salzsäure (besonders 4 %) als tauglich erwies. In Flüssigkeiten von mehr als 10 % Säuregehalt wurden nach längerer Einwirkung Knochen- und Knorpelleim schwach braun violet gefärbt.

Die zu lösenden Substanzen wurden zugleich in verschlossene Gläser gebracht, wovon eines destillirtes Wasser, ein anderes verdünnte Salzsäure und ein weiteres Magensaft mit entsprechendem Säurezusatz enthielt, und zwar so, dass in jedes derselben die gleiche Menge feste Substanz und Flüssigkeit kam. Darauf wurden die Gläser in einer Brutmaschine der Temperatur von 35—40° ausgesetzt.

Um übrigens zu genauer Prüfung geeignete Lösungen zu erhalten, musste die Einwirkung der betreffenden Flüssigkeiten, besonders auf getrocknete Knorpel oder Sehnen, lange (1—3 Tage) dauern. Leim und gekochte oder in kaltem Wasser aufgequellene Sehnenstücke gaben schon nach 2—6 Stunden brauchbare Lösungen.

Sobald die angesetzten wässrigen Lösungen mit Chlorwasser deutliche Reaction ergaben, wurden sämmtliche Flüssigkeiten filtrirt und mit allen passenden Reagentien geprüft. Die Lösungen reagirten alle constant positiv auf: Chlorwasser, Iodsäure, Sublimat, neutrales Platinchlorid, Millon's Quecksilberlösung, Salpetersäure und Ammoniak.

Die Chondrinlösungen gaben noch ausserdem positive Reactionen mit: Essigsäure und verdünnten Mineralsäuren (im Ueberschuss lösten sich die Niederschläge wieder), Alaun, schwefelsaurem Eisenoxyd, Eisenchlorid, basischem und neutralem essigsaurem Bleioxyd.

Die Lösungen beider Leimarten in Magensaft und in angesäuertem Wasser ergaben die genannten Reactionen schon nach kürzerer Einwirkung der Flüssigkeiten als die wässrigen Lösungen, ausserdem waren die entstehenden Fällungen und Färbungen stärker.

Starke (13—20 %) Kochsalzlösung erzeugte in den Lösungen mit salzsäurehaltigem Wasser und mit Magensaft deutliche Niederschläge; ebenso wurde in denselben nach Zusatz von ziemlich viel Essigsäure durch die beiden Blutlaugensalze Fällung hervorgebracht. In einzelnen Fällen konnte in sehr reichhaltigen Lösungen auch durch Glaubersalzlösung ein Niederschlag bewirkt werden.

Durch Erhitzen wurden die Lösungen nicht verändert; durch thierische Kohle filtrirt, gaben sie noch dieselben Reactionen.

Zwischen den Lösungen in Magensaft und denen in verdünnter Salzsäure dagegen liess sich kein Unterschied finden, auch die Schnelligkeit der Einwirkung schien dieselbe zu sein. Brachte ich Chondrin und Glutin in die betreffenden Flüssigkeiten, ohne sie der erhöhten Temperatur auszusetzen, so liessen sich (mit Ausnahme der wässrigen Knochenleimlösung) sämmtliche Reactionen meist gar nicht und in den Ausnahmefällen nur sehr undeutlich hervorbringen.

Aus dem Verhalten des Knochenleims und der beiden Leimbildner, nachdem sie in künstlichem Magensaft gelöst waren, zu Kochsalzlösung, sowie zu Essigsäure und Blutlaugensalz, geht hervor, dass die betreffenden Körper durch Magensaft eine Veränderung in ihren Eigenschaften erleiden. Denn wässrige Lösungen des Knochenleims

und des Knorpelleims werden durch Kochsalzlösung oder durch Essigsäure und Blutlaugensalz nicht gefällt. Insofern wäre es nicht gerade zu unstatthaft, von Leimpeptonen zu reden. Da jedoch verdünnte Salzsäure dieselbe Veränderung in Leimkörpern hervorruft, wie künstlicher Magensaft, ist jener Umwandlung nicht dieselbe Bedeutung beizulegen, wie der Leimpeptonbildung, welche durch Magensaft in den eiweissartigen Stoffen hervorgebracht wird. Deshalb möchte ich den Namen Leimpeptone weder betonen, noch empfehlen.

Zürich, October 1858.

XXI.

Bei welcher Temperatur wird bei Kühen das Futter am besten verwerthet?

Von

Dr. May.*)

Die theoretischen Ansichten über die Einwirkung niederer und höherer Temperaturen auf die Thiere gehen dahin, dass sowohl bei Hitze, als bei Kälte, der Organismus nicht im Stande sei, von einer bestimmten Quantität Futter so viel thierische Materien anzubilden, als bei einer zusagenderen mittleren Wärme. Hinsichtlich der Milchabsonderung wird dazu noch angenommen, dass bei niederen Wärmegraden die Kühe wenig und rahmarme, bei hohen dagegen wenig, jedoch rahmreiche Milch secerniren.

Als die geeignete mittlere Temperatur für die Kühe nehmen nun Einzelne + 10 bis + 12° **), Andere hingegen + 12 bis + 14° an, da letztere Temperaturverhältnisse der Milch- wie Mast-Nutzung förderlicher seien.

Da sohin durch blosse (oft kostenlose) Regulirung der (Stall-) Wärme für Rechnung der Wirthschaft Vor- oder Nachtheile entstehen, — wobei der Gesundheitszustand der Thiere gleiche Berücksichtigung verdient, — schien es wünschenswerth, durch das Experi-

*) Aus dem landwirthschaftlichen Centralblatt für Bayern vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

**) Die Wärmegrade sind durchgängig nach Reaumur angegeben.

ment zu erfahren, welches die zuträglichste Temperatur für die Kühe sei. Ueberdies musste für die Physiologie der Hausthiere die Beantwortung dieser Frage von Wichtigkeit sein, da sie bislang ihre Lösung mittelst Zahlen nicht gefunden hat. So war Grund genug vorhanden, einen desfallsigen Versuch anzustellen, wozu die k. Direction von Weihenstephan bereitwillig Kühe und entsprechendes Futter überliess, wofür hiermit gedankt wird.

Zum Versuche dienten zwei Kühe, wovon die eine seit drei Monaten gelt stand, die andere vor vier Wochen zur Begattung zugelassen war. Beide gehörten dem Allgäuer Schlage an, waren gesund, gut genährt und standen bisher in dem allgemeinen Viehstalle, dessen Temperatur circa + 10° betrug. Nr. VI ist neun, Nr. IV vier Jahre alt; erstere hat sechs, letztere zwei Kälber geboren.

Beide Kühe wurden am 2. März in einen gewölbten Raum gebracht, der vielfach Ventilation zulässt und geheizt werden kann. Sie wurden auf eine von Bohlen hergerichtete Brücke gestellt, wodurch ermöglicht wurde, dass jede ihr Futter einzeln vorgelegt erhielt, wie auch die Excremente genau gesondert blieben. Der Urin floss in aufgestellte Gefässe ab, der Koth wurde fortwährend hinweggenommen und in Kästen aufbewahrt. Das Futter bestand während der Versuchsdauer lediglich aus gutem, ungeschnittenem Kuhheu, von Einer Wiese und Einem Stocke genommen. Die Kühe wurden beim Beginne des Versuchs und fortan über den andern Tag gewogen, um vorkommende Differenzen in dem jeweiligen Gewichte der Thiere ausgleichen zu können. Das Wägen geschah, bei zweimalig täglicher Fütterung, um zwei Uhr Nachmittags, mit grösster Genauigkeit. Täglich wurde Abends halb sechs Uhr, nach dem Futtereingeben, Melken und Tränken, der Koth und Urin, wie das Futter für den nächsten Tag gewogen. Streu wurde nicht gegeben, um die Kothmenge richtiger finden zu können. Das Wägen der Milch wurde Morgens und Abends vorgenommen. Die Besorgung der Thiere geschah von Studirenden der Anstalt, die für den Versuch sich interessirten und mit grossem Fleisse die vielen mühsamen und theilweise nicht anziehenden Arbeiten verrichteten.

Der Plan und Gang des Versuches war solcher Art, dass jede Kuh während der Dauer desselben auf 100 Pfund ihres Gewichtes täglich 3 Pfund Heu erhielt. Sonach bekam Nr. VI per Tag 26, Nr. IV 25 Pfund Heu. Die Temperatur des Stalles wurde in der Weise moderirt, dass zehn Tage hindurch dieselbe + 4, zehn Tage 10, zehn Tage 15 und zehn Tage lang 12° betrug. Wasser wurde nach dem Belieben der Thiere gereicht, das Gewicht indess durch Vor- und Nachmessen richtig bestimmt. Da im Stalle ein Brunnentrog mit fliessendem Wasser befindlich war, stieg und sank die Temperatur des Wassers mit der des Raumes; dasselbe besass beinahe gleichmässig die Hälfte der Wärmegrade, wie sie das im Stalle befindliche Thermometer nachwies. Jede einzelne Periode wurde mit einer besonderen Wägung der Kühe beendigt, so oft die regelmässige nicht geeignet eintraf, und rechnerisch für sich abgeschlossen.

Aus den vielen Ziffern sind somit Hauptzahlen gebildet worden, welche zusammengestellt, die Ergebnisse des Versuches leicht erkennen lassen.

Zur richtigen Beurtheilung der Versuchsresultate diene noch zur Nachricht, dass bei der ersten Wägung der Kühe, nach Herausnahme aus der grossen Stallung am 1. März,

Nr. VI 887 Pfund,
„ IV 835 „ wog.

Durch das Alleinsein der Kühe, das Stehen auf der hölzernen Vorrichtung, den Mangel an Streu und die Besorgung durch fremde Menschen, wurden dieselben unruhig und frassen weniger, welche Umstände bemerklicher bei Nr. VI eintraten. Dazu betrug die Temperatur des Stalles den ersten Tag nur + $3^1/_2$ 0.

In Folge dieser Einwirkungen trat bei den Thieren Zittern, Sträuben der Haare und Leerwerden des Leibes ein. Erst am dritten Tage wurden sie ruhiger, frassen wieder gehörig und hatten bis zum 6. März sich gänzlich erholt. An diesem Tage konnte daher mit dem Experimentiren begonnen werden.

Im landwirthschaftlichen Sinne sind nun an diesen Versuch folgende Fragen zu richten:

Als Lösungsmittel brauchte ich mit Salzsäure versetztes Wasser und künstlichen Magensaft, mit Kalbs- oder Schweinemagen bereitet.

Der von seinem Inhalt sorgfältig gereinigte Magen wurde 1/2—1 Stunde in destillirtes Wasser gelegt, dann die Schleimhaut leicht abgeschabt und mit reinem Wasser (zu der Schleimhaut von einem Kalbsmagen wurden 250 CC., von einem Schweinemagen 3—400 CC. Wasser genommen) 1 1/2—2 Stunden bei 37° C. digerirt. Die Lösung wurde filtrirt und zu etwa 250° CC. derselben ein Tropfen concentrirte Salzsäure gesetzt, wodurch eine starke Trübung entstand. Da diese nur durch ziemlich bedeutende Mengen Säure wieder gehoben werden konnte, wurde die trübe Lösung von Neuem durch 4—8faches Papier filtrirt, wodurch dann eine vollständig klare Lösung von etwa 1,005 spec. Gewicht erhalten wurde, welche mit 1 % Salzsäure versetzt, kräftig auf geronnenes Eiweiss einwirkte. In vielen Fällen bewirkte gut bereitetes Chlorwasser in dem sogenannten künstlichen Magensaft starke Trübung.

Bezüglich der Menge Salzsäure, welche zugesetzt werden musste, um die besten Lösungen zu erzielen, kann ich, da ich auf genaue quantitative Untersuchungen verzichtete, nur angeben, dass sich Zusatz von 1/20—10 % Salzsäure (besonders 4 %) als tauglich erwies. In Flüssigkeiten von mehr als 10 % Säuregehalt wurden nach längerer Einwirkung Knochen- und Knorpelleim schwach braun violet gefärbt.

Die zu lösenden Substanzen wurden zugleich in verschlossene Gläser gebracht, wovon eines destillirtes Wasser, ein anderes verdünnte Salzsäure und ein weiteres Magensaft mit entsprechendem Säurezusatz enthielt, und zwar so, dass in jedes derselben die gleiche Menge feste Substanz und Flüssigkeit kam. Darauf wurden die Gläser in einer Brutmaschine der Temperatur von 35—40° ausgesetzt.

Um übrigens zu genauer Prüfung geeignete Lösungen zu erhalten, musste die Einwirkung der betreffenden Flüssigkeiten, besonders auf getrocknete Knorpel oder Sehnen, lange (1—3 Tage) dauern. Leim und gekochte oder in kaltem Wasser aufgequellene Sehnenstücke gaben schon nach 2—6 Stunden brauchbare Lösungen.

Sobald die angesäuerten wässrigen Lösungen mit Chlorwasser deutliche Reaction ergaben, wurden sämmtliche Flüssigkeiten filtrirt und mit allen passenden Reagentien geprüft. Die Lösungen reagirten alle constant positiv auf: Chlorwasser, Gerbsäure, Sublimat, neutrales Platinchlorid, Millon's Quecksilberlösung, Salpetersäure und Ammoniak.

Die Chondrinlösungen gaben noch ausserdem positive Reactionen mit: Essigsäure und verdünnten Mineralsäuren (im Ueberschuss lösten sich die Niederschläge wieder), Alaun, schwefelsaurem Eisenoxyd, Eisenchlorid, basischem und neutralem essigsaurem Bleioxyd.

Die Lösungen beider Leimarten in Magensaft und in angesäuertem Wasser ergaben die genannten Reactionen schon nach kürzerer Einwirkung der Flüssigkeiten als die wässrigen Lösungen, ausserdem waren die entstehenden Fällungen und Färbungen stärker.

Starke (13—20 %) Kochsalzlösung erzeugte in den Lösungen mit salzsäurehaltigem Wasser und mit Magensaft deutliche Niederschläge; ebenso wurde in denselben nach Zusatz von ziemlich viel Essigsäure durch die beiden Blutlaugensalze Fällung hervorgebracht. In einzelnen Fällen konnte in sehr reichhaltigen Lösungen auch durch Glaubersalzlösung ein Niederschlag bewirkt werden.

Durch Erhitzen wurden die Lösungen nicht verändert; durch thierische Kohle filtrirt, gaben sie noch dieselben Reactionen.

Zwischen den Lösungen in Magensaft und denen in verdünnter Salzsäure dagegen liess sich kein Unterschied finden, auch die Schnelligkeit der Einwirkung schien dieselbe zu sein. Brachte ich Chondrin und Glutin in die betreffenden Flüssigkeiten, ohne sie der erhöhten Temperatur auszusetzen, so liessen sich (mit Ausnahme der wässrigen Knochenleimlösung) sämmtliche Reactionen meist gar nicht und in den Ausnahmefällen nur sehr undeutlich hervorbringen.

Aus dem Verhalten des Knochenleims und der beiden Leimbildner, nachdem sie in künstlichem Magensaft gelöst waren, zu Kochsalzlösung, sowie zu Essigsäure und Blutlaugensalz, geht hervor, dass die betreffenden Körper durch Magensaft eine Veränderung in ihren Eigenschaften erleiden. Denn wässrige Lösungen des Knochenleims

ment zu erfahren, welches die zuträglichste Temperatur für die Kühe sei. Ueberdies musste für die Physiologie der Hausthiere die Beantwortung dieser Frage von Wichtigkeit sein, da sie bislang ihre Lösung mittelst Zahlen nicht gefunden hat. So war Grund genug vorhanden, einen desfallsigen Versuch anzustellen, wozu die k. Direction von Weihenstephan bereitwillig Kühe und entsprechendes Futter überliess, wofür hiermit gedankt wird.

Zum Versuche dienten zwei Kühe, wovon die eine seit drei Monaten gelt stand, die andere vor vier Wochen zur Begattung zugelassen war. Beide gehörten dem Allgäuer Schlage an, waren gesund, gut genährt und standen bisher in dem allgemeinen Viehstalle, dessen Temperatur circa + 10° betrug. Nr. VI ist neun, Nr. IV vier Jahre alt; erstere hat sechs, letztere zwei Kälber geboren.

Beide Kühe wurden am 2. März in einen gewölbten Raum gebracht, der vielfach Ventilation zulässt und geheizt werden kann. Sie wurden auf eine von Bohlen hergerichtete Brücke gestellt, wodurch ermöglicht wurde, dass jede ihr Futter einzeln vorgelegt erhielt, wie auch die Excremente genau gesondert blieben. Der Urin floss in aufgestellte Gefässe ab, der Koth wurde fortwährend hinweggenommen und in Kästen aufbewahrt. Das Futter bestand während der Versuchsdauer lediglich aus gutem, ungeschnittenem Kuhheu, von Einer Wiese und Einem Stocke genommen. Die Kühe wurden beim Beginne des Versuchs und fortan über den andern Tag gewogen, um vorkommende Differenzen in dem jeweiligen Gewichte der Thiere ausgleichen zu können. Das Wägen geschah, bei zweimalig täglicher Fütterung, um zwei Uhr Nachmittags, mit grösster Genauigkeit. Täglich wurde Abends halb sechs Uhr nach dem Futtereingeben, Melken und Tränken, der Koth und Urin, wie das Futter für den nächsten Tag gewogen. Streu wurde nicht gegeben, um die Kothmenge richtiger finden zu können. Das Wägen der Milch wurde Morgens und Abends vorgenommen. Die Besorgung der Thiere geschah von Studirenden der Anstalt, die für den Versuch sich interessirten und mit grossem Fleisse die vielen mühsamen und theilweise nicht anziehenden Arbeiten verrichteten.

Der Plan und Gang des Versuches war solcher Art, dass jede Kuh während der Dauer desselben auf 100 Pfund ihres Gewichtes täglich 3 Pfund Heu erhielt. Sonach bekam Nr. VI per Tag 26, Nr. IV 25 Pfund Heu. Die Temperatur des Stalles wurde in der Weise moderirt, dass zehn Tage hindurch dieselbe + 4, zehn Tage 10, zehn Tage 15 und zehn Tage lang 12° betrug. Wasser wurde nach dem Belieben der Thiere gereicht, das Gewicht indess durch Vor- und Nachmessen richtig bestimmt. Da im Stalle ein Brunnentrog mit fliessendem Wasser befindlich war, stieg und sank die Temperatur des Wassers mit der des Raumes; dasselbe besass beinahe gleichmässig die Hälfte der Wärmegrade, wie sie das im Stalle befindliche Thermometer nachwies. Jede einzelne Periode wurde mit einer besonderen Wägung der Kühe beendigt, so oft die regelmässige nicht geeignet eintraf, und rechnerisch für sich abgeschlossen.

Aus den vielen Ziffern sind somit Hauptzahlen gebildet worden, welche zusammengestellt, die Ergebnisse des Versuches leicht erkennen lassen.

Zur richtigen Beurtheilung der Versuchsresultate diene noch zur Nachricht, dass bei der ersten Wägung der Kühe, nach Herausnahme aus der grossen Stallung am 1. März,

Nr. VI 887 Pfund,
„ IV 835 „ wog.

Durch das Alleinsein der Kühe, das Stehen auf der hölzernen Vorrichtung, den Mangel an Streu und die Besorgung durch fremde Menschen, wurden dieselben unruhig und frassen weniger, welche Umstände bemerklicher bei Nr. VI eintraten. Dazu betrug die Temperatur des Stalles den ersten Tag nur + 3½°.

In Folge dieser Einwirkungen trat bei den Thieren Zittern, Sträuben der Haare und Leerwerden des Leibes ein. Erst am dritten Tage wurden sie ruhiger, frassen wieder gehörig und hatten bis zum 6. März sich gänzlich erholt. An diesem Tage konnte daher mit dem Experimentiren begonnen werden.

Im landwirthschaftlichen Sinne sind nun an diesen Versuch folgende Fragen zu richten:

Als Lösungsmittel brauchte ich mit Salzsäure versetztes Wasser und künstlichen Magensaft, mit Kalbs- oder Schweinemagen bereitet.

Der von seinem Inhalt sorgfältig gereinigte Magen wurde 1/2—1 Stunde in destillirtes Wasser gelegt, dann die Schleimhaut leicht abgeschabt und mit reinem Wasser (zu der Schleimhaut von einem Kalbsmagen wurden 250 CC., von einem Schweinemagen 3—400 CC. Wasser genommen) 1 1/2—2 Stunden bei 37° C. digerirt. Die Lösung wurde filtrirt und zu etwa 250° CC. derselben ein Tropfen concentrirte Salzsäure gesetzt, wodurch eine starke Trübung entstand. Da diese nur durch ziemlich bedeutende Mengen Säure wieder gehoben werden konnte, wurde die trübe Lösung von Neuem durch 4—8faches Papier filtrirt, wodurch dann eine vollständig klare Lösung von etwa 1,005 spec. Gewicht erhalten wurde, welche mit 1 % Salzsäure versetzt, kräftig auf geronnenes Eiweiss einwirkte. In vielen Fällen bewirkte gut bereitetes Chlorwasser in dem sogenannten künstlichen Magensaft starke Trübung.

Bezüglich der Menge Salzsäure, welche zugesetzt werden musste, um die besten Lösungen zu erzielen, kann ich, da ich auf genaue quantitative Untersuchungen verzichtete, nur angeben, dass sich Zusatz von 1/20—10 % Salzsäure (besonders 4 %) als tauglich erwies. In Flüssigkeiten von mehr als 10 % Säuregehalt wurden nach längerer Einwirkung Knochen- und Knorpelleim schwach braun violet gefärbt.

Die zu lösenden Substanzen wurden zugleich in verschlossene Gläser gebracht, wovon eines destillirtes Wasser, ein anderes verdünnte Salzsäure und ein weiteres Magensaft mit entsprechendem Säurezusatz enthielt, und zwar so, dass in jedes derselben die gleiche Menge feste Substanz und Flüssigkeit kam. Darauf wurden die Gläser in einer Brutmaschine der Temperatur von 35—40° ausgesetzt.

Um übrigens zu genauer Prüfung geeignete Lösungen zu erhalten, musste die Einwirkung der betreffenden Flüssigkeiten, besonders auf getrocknete Knorpel oder Sehnen, lange (1—3 Tage) dauern. Leim und gekochte oder in kaltem Wasser aufgequellene Sehnenstücke gaben schon nach 2—6 Stunden brauchbare Lösungen.

Sobald die angesäuerten wässrigen Lösungen mit Chlorwasser deutliche Reaction ergaben, wurden sämmtliche Flüssigkeiten filtrirt und mit allen passenden Reagentien geprüft. Die Lösungen reagirten alle constant positiv auf: Chlorwasser, Gerbsäure, Sublimat, neutrales Platinchlorid, Millon's Quecksilberlösung, Salpetersäure und Ammoniak.

Die Chondrinlösungen gaben noch ausserdem positive Reactionen mit: Essigsäure und verdünnten Mineralsäuren (im Ueberschuss lösten sich die Niederschläge wieder), Alaun, schwefelsaurem Eisenoxyd, Eisenchlorid, basischem und neutralem essigsaurem Bleioxyd.

Die Lösungen beider Leimarten in Magensaft und in angesäuertem Wasser ergaben die genannten Reactionen schon nach kürzerer Einwirkung der Flüssigkeiten als die wässrigen Lösungen, ausserdem waren die entstehenden Fällungen und Färbungen stärker.

Starke (13—20 %) Kochsalzlösung erzeugte in den Lösungen mit salzsäurehaltigem Wasser und mit Magensaft deutliche Niederschläge; ebenso wurde in denselben nach Zusatz von ziemlich viel Essigsäure durch die beiden Blutlaugensalze Fällung hervorgebracht. In einzelnen Fällen konnte in sehr reichhaltigen Lösungen auch durch Glaubersalzlösung ein Niederschlag bewirkt werden.

Durch Erhitzen wurden die Lösungen nicht verändert; durch thierische Kohle filtrirt, gaben sie noch dieselben Reactionen.

Zwischen den Lösungen in Magensaft und denen in verdünnter Salzsäure dagegen liess sich kein Unterschied finden, auch die Schnelligkeit der Einwirkung schien dieselbe zu sein. Brachte ich Chondrin und Glutin in die betreffenden Flüssigkeiten, ohne sie der erhöhten Temperatur auszusetzen, so liessen sich (mit Ausnahme der wässrigen Knochenleimlösung) sämmtliche Reactionen meist gar nicht und in den Ausnahmefällen nur sehr undeutlich hervorbringen.

Aus dem Verhalten des Knochenleims und der beiden Leimbildner, nachdem sie in künstlichem Magensaft gelöst waren, zu Kochsalzlösung, sowie zu Essigsäure und Blutlaugensalz, geht hervor, dass die betreffenden Körper durch Magensaft eine Veränderung in ihren Eigenschaften erleiden. Denn wässrige Lösungen des Knochenleims

1) Wie verhielt sich die Körper-Ab- oder Zunahme bei den Thieren in den verschiedenen Versuchsperioden?

2) Wie gestaltete sich die Milchabsonderung hinsichtlich der Quantität und Qualität?

3) Welche Erscheinungen boten sich bezüglich des Wohlbefindens und der sonstigen Körperverhältnisse der Thiere?

Frage 1 wird beantwortet durch Tabelle I.

Tabelle I.

Periode	Differens der Extreme	Endgewicht		Verzehrtes Futter
		Zunahme	Abnahme	
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
		Nr. VI.		
1	50	—	24	253
2	25	20	—	260
3	34	—	11	260
4	26	—	9	260
		Nr. IV.		
1	24	4	—	250
2	20	15	—	250
3	23	—	22	246
4	23	8	—	248

Die grösste Vermehrung des Gewichts kam demnach bei + 10°, die mindeste bei + 15° vor.

Interessant ist es, wie sich die Abweichungen in der Zu- und Abnahme bei den beiden Thieren ziemlich ebenmässig ergaben. Die bisweilen beträchtlich schwankenden Differenzen in dem Körpergewichte an verschiedenen Tagen sind weniger in der unregelmässigen Aufnahme von Wasser, als vielmehr in der ungleichen Ausscheidung von Koth und Urin zu finden.

Die Beantwortung von Frage 2 geschieht durch die Zusammenstellung der einschlägigen Zahlen in Tabelle II.

Tabelle II.

Periode	Des Futters Quantum Pfd.	Der Milch: Quantität	Der Milch: Qualität, n. Gumppenb. Galakt.	Des Körpers: Zunahme Pfd.	Des Körpers: Abnahme Pfd	Bemerkungen
			Nr. VI.			
1	253 *)	136	4,97‴ **)	—	24	Die Fresslust war etwas
2	260	137	5,34‴	20	—	gemindert.
3	260	133	5,14‴	—	11	
4	260	130	5,12‴	—	9	
			Nr. IV.			
1	250	184	4,50‴	4	—	Die Fresslust war durch
2	250	177	4,32‴	15	—	alle Perioden etwas
3	246	173	4,28‴	—	22	geringer.
4	248	165	3,82‴	3	—	

Aus dieser Tabelle resultirt, wie die meiste und beste Milch in den kühleren Perioden abgesondert wurde. Dabei ist jedoch noch zu berücksichtigen, wie die Grösse der Milchabsonderung allmälig schwindet, je weiter die Zeit der vorangegangenen Geburt entfernt liegt.

Die Frage 3 ist dahin zu beantworten, dass die Kühe während der ganzen Versuchszeit ziemlich wohl waren. Gleich zu Anfang liess Nr. VI, gegen das Ende der dritten Periode Nr. IV öfters etwas Heu liegen. Die Kühe erhielten kein Salz. Nr. IV beleckte gegen das Ende der dritten Periode, mehrere Tage lang, gierig die Wände. Dagegen wurde Viehsalz gereicht, wovon sie $1^1/_8$ Pfd. auf ein Mal aufnahm. Die Lecksucht war hierauf verschwunden. Gleichzeitig erhielt auch Nr. VI Salz, wovon sie jedoch nur $^3/_8$ Pfund zu sich nahm. Während der ersten Periode waren bei beiden Thieren die Haare gesträubt und glanzlos; die Haut lag fest auf. An einzelnen Körperpartien zeigte sich hie und da Zittern. Der früher vorhandene Lebensturgor fehlte. Bald nach dem Beginne der zweiten Periode

*) Die Bruchtheile liess man zur leichteren Uebersicht von allen Zahlen weg.

**) Damit die Rahmausscheidung durch verschiedene Temperatur-Verhältnisse Schwankungen nicht unterliegen konnte, standen die Galaktometer in einer künstlich unterhaltenen Temperatur von 0^0.

Untersuchungen

zur

NATURLEHRE DES MENSCHEN

UND DER THIERE.

HERAUSGEGEBEN

von

Jac. Moleschott.

FÜNFTER BAND. I. HEFT.

FRANKFURT a. M.

VERLAG VON MEIDINGER SOHN & COMP.

1858.

Inhalt

des vorliegenden Heftes.

		Seite
I.	Bermerkungen über die Bildung einiger Sprachlaute. Von Prof. Joh. Czermak	1
II.	Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere. Von G. Valentin	11
III.	Ideen zu einer Lehre vom Zeitsinn. Von Joh. Czermak . . .	65
IV.	Beiträge zur Kenntniss der Beihülfe der Nerven zur Speichelsecretion. Von Joh. Czermak	73
V.	Bildung von Vivianit im Thierkörper. Von Hugo Schiff . . .	91
VI.	Erklärung	93

Untersuchungen

zur

NATURLEHRE DES MENSCHEN

UND DER THIERE.

HERAUSGEGEBEN

von

Jac. Moleschott.

FÜNFTER BAND. II. HEFT.

FRANKFURT a. M.

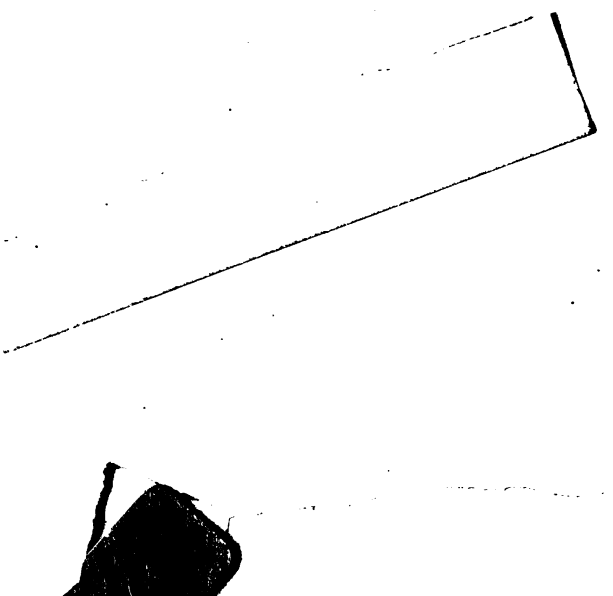
VERLAG VON MEIDINGER SOHN & COMP.

1858.

Inhalt

des vorliegenden Heftes.

		Seite
VII.	Ueber die Dauer und die Anzahl der Ventrikel-Contractionen des ausgeschnittenen Kaninchenherzens. Von Joh. Czermak und G. v. Piotrowski in Krakau	99
VIII.	Ueber lebend nach Berlin gelangte Zwitterwelse aus West-Afrika Von E. du Bois-Reymond	109
IX.	Ueber das Accommodationsphosphen. Von Professor Joh. Czermak	137
X.	Ueber secundäre Zuckung vom theilweise gereizten Muskel aus. Von Professor Johann Czermak	141
XI.	Untersuchung über den Druck- und Raumsinn der Haut. Von H. Aubert und A. Kammler	145
XII.	Ueber directe Reizung der Muskeln mit besonderer Beziehung auf die von Dr. W. Wundt vertheidigten theoretischen Ansichten. Von Professor Moritz Schiff	183
XIII.	Augenstellungen Fick	193
XIV.	Reducirende Eigenschaften des Harns Brücke	235
XV.	Zucker im Urin Brücke	243
XVI.	Reine + nasalirte Vocal Czermak	249
XVII.	Sprache bei Verwachsung des Gaumensegels Czermak	
XVIII.	Winterschlaf Valentin	
XIX.	Nachbilder Aubert	2
XX.	Seine + Seinbildner Im Thurn	
XI.	Kühefütterung Mayer	



Als Lösungsmittel brauchte ich mit Salzsäure versetztes Wasser und künstlichen Magensaft, mit Kalbs- oder Schweinemagen bereitet.

Der von seinem Inhalt sorgfältig gereinigte Magen wurde 1/2—1 Stunde in destillirtes Wasser gelegt, dann die Schleimhaut leicht abgeschabt und mit reinem Wasser (zu der Schleimhaut von einem Kalbsmagen wurden 250 CC., von einem Schweinemagen 3—400 CC. Wasser genommen) 1 1/2—2 Stunden bei 37° C. digerirt. Die Lösung wurde filtrirt und zu etwa 250° CC. derselben ein Tropfen concentrirte Salzsäure gesetzt, wodurch eine starke Trübung entstand. Da diese nur durch ziemlich bedeutende Mengen Säure wieder gehoben werden konnte, wurde die trübe Lösung von Neuem durch 4—8faches Papier filtrirt, wodurch dann eine vollständig klare Lösung von etwa 1,005 spec. Gewicht erhalten wurde, welche mit 1 % Salzsäure versetzt, kräftig auf geronnenes Eiweiss einwirkte. In vielen Fällen bewirkte gut bereitetes Chlorwasser in dem sogenannten künstlichen Magensaft starke Trübung.

Bezüglich der Menge Salzsäure, welche zugesetzt werden musste, um die besten Lösungen zu erzielen, kann ich, da ich auf genaue quantitative Untersuchungen verzichtete, nur angeben, dass sich Zusatz von 1/20—10 % Salzsäure (besonders 4 %) als tauglich erwies. In Flüssigkeiten von mehr als 10 % Säuregehalt wurden nach längerer Einwirkung Knochen- und Knorpelleim schwach braun violet gefärbt.

Die zu lösenden Substanzen wurden zugleich in verschlossene Gläser gebracht, wovon eines destillirtes Wasser, ein anderes verdünnte Salzsäure und ein weiteres Magensaft mit entsprechendem Säurezusatz enthielt, und zwar so, dass in jedes derselben die gleiche Menge feste Substanz und Flüssigkeit kam. Darauf wurden die Gläser in einer Brutmaschine der Temperatur von 35—40° ausgesetzt.

Um übrigens zu genauer Prüfung geeignete Lösungen zu erhalten, musste die Einwirkung der betreffenden Flüssigkeiten, besonders auf getrocknete Knorpel oder Sehnen, lange (1—3 Tage) dauern. Leim und gekochte oder in kaltem Wasser aufgequellene Sehnenstücke gaben schon nach 2—6 Stunden brauchbare Lösungen.

Sobald die angesetzten wässrigen Lösungen mit Chlorwasser deutliche Reaction ergaben, wurden sämmtliche Flüssigkeiten filtrirt und mit allen passenden Reagentien geprüft. Die Lösungen reagirten alle constant positiv auf: Chlorwasser, Gerbsäure, Sublimat, neutrales Platinchlorid, Millon's Quecksilberlösung, Salpetersäure und Ammoniak.

Die Chondrinlösungen gaben noch ausserdem positive Reactionen mit: Essigsäure und verdünnten Mineralsäuren (im Ueberschuss lösten sich die Niederschläge wieder), Alaun, schwefelsaurem Eisenoxyd, Eisenchlorid, basischem und neutralem essigsaurem Bleioxyd.

Die Lösungen beider Leimarten in Magensaft und in angesäuertem Wasser ergaben die genannten Reactionen schon nach kürzerer Einwirkung der Flüssigkeiten als die wässrigen Lösungen, ausserdem waren die entstehenden Fällungen und Färbungen stärker.

Starke (13—20 %) Kochsalzlösung erzeugte in den Lösungen mit salzsäurehaltigem Wasser und mit Magensaft deutliche Niederschläge; ebenso wurde in denselben nach Zusatz von ziemlich viel Essigsäure durch die beiden Blutlaugensalze Fällung hervorgebracht. In einzelnen Fällen konnte in sehr reichhaltigen Lösungen auch durch Glaubersalzlösung ein Niederschlag bewirkt werden.

Durch Erhitzen wurden die Lösungen nicht verändert; durch thierische Kohle filtrirt, gaben sie noch dieselben Reactionen.

Zwischen den Lösungen in Magensaft und denen in verdünnter Salzsäure dagegen liess sich kein Unterschied finden, auch die Schnelligkeit der Einwirkung schien dieselbe zu sein. Brachte ich Chondrin und Glutin in die betreffenden Flüssigkeiten, ohne sie der erhöhten Temperatur auszusetzen, so liessen sich (mit Ausnahme der wässrigen Knochenleimlösung) sämmtliche Reactionen meist gar nicht und in den Ausnahmefällen nur sehr undeutlich hervorbringen.

Aus dem Verhalten des Knochenleims und der beiden Leimbildner, nachdem sie in künstlichem Magensaft gelöst waren, zu Kochsalzlösung, sowie zu Essigsäure und Blutlaugensalz, geht hervor, dass die betreffenden Körper durch Magensaft eine Veränderung in ihren Eigenschaften erleiden. Denn wässrige Lösungen des Knochenleims